

ANGIOKARDIOGRAPHIE DES LINKEN HERZOHRES

VORGELEGT VON
FRANK BOYE

1968

AUS DEM INSTITUT FÜR KLINISCHE STRAHLENKUNDE
DER JOHANNES-GUTENBERG-UNIVERSITÄT MAINZ
DIREKTOR: PROFESSOR DR. DIETHELM

ANGIOKARDIOGRAPHIE DES LINKEN HERZOHRES

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER JOHANNES-GUTENBERG-UNIVERSITÄT MAINZ

VORGELEGT VON

FRANK BOYE

AUS BERLIN

MAINZ 1968

Dekan: Professor Dr.med. Diethelm

Referent: Privatdozent Dr.med. Zeitler

Korreferent: Professor Dr.med. Diethelm



Frank Boye

609 Rüsselsheim

Darmstädter Str. 50

I. Einleitung

Seite 1

Die Bedeutung der Eltern für das Kind ist unbestritten. Die Eltern sind die ersten Lehrer des Kindes und haben einen großen Einfluss auf die Entwicklung des Kindes.

II. Die Bedeutung der Eltern für das Kind

1. Die Eltern sind die ersten Lehrer des Kindes.

2. Die Eltern sind die ersten Vorbilder des Kindes.

3. Die Eltern sind die ersten Helfer des Kindes.

4. Die Eltern sind die ersten Freunde des Kindes.

Meinen Eltern gewidmet

5. Die Eltern sind die ersten Helfer des Kindes.

6. Die Eltern sind die ersten Freunde des Kindes.

7. Die Eltern sind die ersten Helfer des Kindes.

8. Die Eltern sind die ersten Freunde des Kindes.

III. Die Bedeutung der Eltern für das Kind

9. Die Eltern sind die ersten Lehrer des Kindes.

10. Die Eltern sind die ersten Vorbilder des Kindes.

11. Die Eltern sind die ersten Helfer des Kindes.

12. Die Eltern sind die ersten Freunde des Kindes.

13. Die Eltern sind die ersten Helfer des Kindes.

14. Die Eltern sind die ersten Freunde des Kindes.

15. Die Eltern sind die ersten Helfer des Kindes.

16. Die Eltern sind die ersten Freunde des Kindes.

17. Die Eltern sind die ersten Helfer des Kindes.

18. Die Eltern sind die ersten Freunde des Kindes.

19. Die Eltern sind die ersten Helfer des Kindes.

20. Die Eltern sind die ersten Freunde des Kindes.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554813_0062

I. Einleitung	Seite
Die Bedeutung des linken Herzhohres bei der intrakardialen Thrombusbildung im Zusammenhang mit der operativen Behandlung der Mitralvitien	1
II. Postmortale röntgenologische Darstellung der Herzbinnenräume	
1. Ergebnisse verschiedener Autoren	2
2. Postmortale röntgentopographische Darstellung des linken Herzhohres: eigene Ergebnisse	
a) Wahl des Kontrastmittels	3
b) Technik der Kontrastmittelinjektion und Aufnahmetechnik	4
3. Röntgenbefunde und Ergebnisse	10
III. Die Bedeutung der röntgenologischen Analyse des linken Herzhohres unter den Aspekten der modernen Herzchirurgie	
1. Anatomie des linken Herzhohres und Analyse des linken Herzrandes	14
2. Erkennung von Vorhof- und Herzohrthromben bei der Durchleuchtung und im Thoraxübersichtsbild	16
3. Herzohrthrombose und Herzchirurgie	18
4. Erkennung von Vorhof- und Herzohrthromben bei der Angiokardiographie	19
5. Sektionsbefunde	20

IV. Die Herzohranalyse in der Angiokardiographie	Seite
1. Auswahl und Vorbereitung des Materials	22
2. Klassifizierung der sechs Herzohrtypen	29
3. Beschreibung der Herzohrtypen anhand von Beispielen	36
4. Angiokardiographische Diagnose von Thromben im linken Herzohr	
a) Angiokardiographische, internistische und chirurgische Befunde von zehn operierten Patienten	49
b) Angiokardiographische Befunde bei reseziertem Herzohr	57
c) Angiokardiographische und internistische Befunde bei nicht operierten Patienten	61
V. Zusammenfassung	73

I. Die Bedeutung des linken Herzohres bei der intrakardialen Thrombusbildung im Zusammenhang mit der operativen Behandlung der Mitralvitien

Die bei rheumatisch bedingten Mitralvitien häufig auftretende Komplikation einer arteriellen Embolie ist darauf zurückzuführen, daß sich aus dem linken vergrößerten, oft flimmernden Vorhof ein Thrombus löst (GROSSE-BROCKHOFF, EFFERT). Der Bildungsort solcher Thromben ist neben dem linken Vorhof auch das linke Herzohr; diese Tatsache hat angesichts der Fortschritte, welche in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Herzchirurgie und der Angiokardiographie erzielt wurden, erheblich an Bedeutung gewonnen. Die operative Sprengung einer Mitralstenose wird bei begründetem Verdacht auf eine Thrombosierung des linken Vorhofs oder Herzohres eine Unterbrechung des Kreislaufs (Herz- Lungen-Maschine, Hypothermie) voraussetzen, um das Ergebnis nicht durch eine postoperativ auftretende, vermeidbare Embolie zu gefährden. Ohne Kreislaufunterbrechung können Thromben aus dem eröffneten Herzohr durch den Blutstrom ausgespült werden, eine in der Mainzer Chirurgischen Universitätsklinik geübte Technik, die bei geringem Aufwand gute Ergebnisse zeigt. Seit der Einführung der Angiokardiographie ist es möglich geworden, thrombotische Massen im linken Vorhof und Herzohr unter gewissen Voraussetzungen zu erkennen. Durch eine Reihe von röntgenologischen, pathologischen und chirurgischen Untersuchungen konnten die angiokardiographischen Befunde im Verlauf der letzten Jahre soweit geklärt werden, daß sie sowohl für den Internisten als auch für den Chirurgen eine wertvolle Hilfe bei der klinischen Beurteilung der Herzvitien darstellen.

II. Postmortale röntgenologische Darstellung der Herzbinnenräume

1. Ergebnisse verschiedener Autoren

Eine postmortale röntgenologische Darstellung der kontrastmittelgefüllten Herzhöhlen wird bereits 1930 von KOCH und WIECK beschrieben. Das Herz wird in den formolgehärteten Thoraxpräparaten freipräpariert, die Ventrikel, Segel- und Taschenklappen und die Scheidewände werden mit Bleistreifen umlegt. Bei einem Mitralstenoseherz wird der linke Vorhof mit Barium-Gelatine gefüllt. Im dorsoventralen Strahlengang kommt das linke Herzhorn wegen seiner trabekulären Struktur nicht voll zur Geltung. Es überragt den linken Vorhof nach unten, und zwar mit der Herzhornbasis. Die eigentliche Herzhornspitze liegt im Gesamtschatten des Vorhofs. Die linksseitigen Pulmonalvenen liegen im Vorhofschatten. Rechts ist der Pulmonalvenenrichter bis über den rechten Herzschatte rand hinaus zu verfolgen. Im zweiten schrägen Durchmesser schiebt sich das stark erweiterte linke Herzhorn auf die erweiterte Arteria pulmonalis hinauf und geht wegen seiner Dilatation fast geradlinig in das Dach des linken Vorhofs über. Im ersten schrägen Durchmesser reicht das linke Herzhorn als nasenartiger Fortsatz annähernd bis an den linken Herzrand und ist in ganzer Ausdehnung dargestellt. Sämtliche Aufnahmen wurden bei gleichzeitig gefülltem linken Vorhof und Herzhorn angefertigt.

GROSS füllt 1933 die Koronararterien mit einer Suspension von Bariumsulfat in Gelatine und stellt von diesen Präparaten stereoskopische Röntgenaufnahmen her (SCHLESINGER). SCHLESINGER gibt 1938 die Zusammensetzung der von ihm erprobten Substanzen zur röntgenologischen Darstellung der Koronararterien am Leichenherzen an. Er verwendet unter anderen Agar-Agar und Bleiazetat. Ebenfalls 1938 veröffentlichen HEIM DE BALSAC und ROUTIER eine röntgenologisch-anatomische Studie über die postmortale Kontrastmitteldarstellung des linken Vorhofs.

Das Kontrastmittel, eine Bariumsulfatsuspension, injizieren sie über die großen Gefäße in das Herz. SPREER beschreibt 1959 ein Ausgußverfahren zur quantitativ formgerechten Darstellung der Herzhöhlen mit Alabaster-Halbhartgips und Formalin. Er berichtet unter anderem über je eine divertikelartige Aussackung zwischen den Einmündungen der linken und rechten Lungenvenen. Die Divertikel, zwischen denen der Sulcus des Oesophagus verläuft, nähern sich bei der ventrikeldiastolischen Verkleinerung des Vorhofs einander. Das linke Herzhorn ist in seiner Form variabel, jedoch fast stets scharf mit einem kreisrunden bis ovalen Zugang vom Vorhof abgesetzt. BRUNNSCHWEILER verwendet für diesen Zugang die Bezeichnung "Introitus auriculae sinistrae". Den Angaben SCHOENMACKERS' zufolge wurde wahrscheinlich erstmals 1899 von BAUMGARTEN ein Kontrastmittel (Mennige in Wachs, Gelatine oder Agar) zur Injektion in die Herzarterien für die postmortale Angiographie benutzt, während PARADE 1933 zu den handelsüblichen öligen Kontrastmitteln überging. SCHOENMACKERS selbst verwendet für die postmortale Gefäßinjektion Gelatine oder Agar mit verschiedenen Kontrastmitteln und bezeichnet diese Substanz als "halb-feste Masse".

2. Postmortale röntgentopographische Darstellung des linken Herzhornes: eigene Ergebnisse

a) Wahl des Kontrastmittels

Das Ziel der experimentellen Untersuchungen war die röntgenologische Darstellung des kontrastmittelgefüllten linken Herzhornes und des linken Vorhofs am normalen isolierten Leichenherzen in mehreren Projektionen. Der Wahl des Kontrastmittels waren durch den Umstand enge Grenzen gesetzt, daß das vom Pathologischen Institut zur Verfügung gestellte frische Leichenherz anschließend für weitere Untersuchungen benötigt wurde. Die Herzkammern

sollten nicht eröffnet werden, und das Kontrastmittel sollte nach der Röntgendarstellung ohne Beschädigung des Herzens wieder daraus entfernt werden können. Die Verwendung eines härtenden, kontrastgebenden Breies, wie z.B. Gips, schied damit aus. Mit einem flüssigen Kontrastmittel, wie es zur Gefäß- und Organdarstellung intra vitam verwendet wird, wäre eine Füllung des linken Vorhofs nicht möglich gewesen, weil eine entsprechende Abdichtung zur linken Kammer ohne Eröffnung des Herzens zu große Schwierigkeiten bereitet hätte. Es kam daher nur ein Kontrastmittel in Frage, das flüssig eingefüllt werden konnte und nach dem Einfüllen in einen halb-festen, geleeartigen Zustand überging. Der Einfachheit halber wurden bei der Wahl des kontrastgebenden Mediums nur solche Substanzen in Betracht gezogen, die industriell hergestellt werden: Bariumsulfatpulver und kontrastgebende Lösungen zur Gefäßdarstellung wie Urografin^o, Urovison^o oder Conray^o.

Dem aus Bariumsulfat und Wasser hergestellten dünnflüssigen Kontrastbrei wurde Gelatinepulver hinzugegeben, die Mischung wurde erwärmt und in ein Plastikgefäß eingefüllt. Auch das Urografin^o wurde mit Gelatinepulver angerührt und nach dem Erwärmen in ein Plastikgefäß gegeben. Nach einigen Stunden hatte sich in beiden Gefäßen eine geleeartige, elastische Masse gebildet. Auf den davon hergestellten Röntgenaufnahmen zeigte sich, daß das Bariumsulfat beim Abkühlen sedimentierte, so daß die oberen Schichten weniger kontrastmitteldicht waren als die unteren. Das Urografin^o dagegen ergab eine gleichmäßige Dichte und wurde deshalb für die folgenden Untersuchungen verwendet.

b) Technik der Kontrastmittelinjektion und Aufnahmetechnik

Zunächst sollte das linke Herzhorn eines frischen Schweineherzens mit der Kontrastmittel-Gelatine gefüllt werden. Durch eine der Pulmonalvenenmündungen wurde ein

elektrisch beleuchteter Otoskop-Trichter in den linken Vorhof eingeführt, während durch eine andere Pulmonal-venenmündung ein Plastikschauch bis in das linke Herzhorn vorgeschoben wurde. Das in eine Injektionsspritze eingefüllte flüssige, heiße Kontrastmittel konnte dann durch den Schlauch in das linke Herzhorn injiziert werden, wobei unter Beobachtung durch den Ohrtrichter darauf geachtet wurde, daß das Kontrastmittel nicht über das Ostium des Herzhornes hinaus in den linken Vorhof floß. Das Herz wurde bis zum Erstarren des Kontrastmittels in der Lage belassen, die es beim Einfüllen innehatte; dann erst wurde der Plastikschauch entfernt.

Auf den anschließend hergestellten Aufnahmen war das kontrastmittelgefüllte linke Herzhorn gut sichtbar dargestellt. Die günstigste Belichtungszeit bei Verwendung von Sino-Filmen 18x24 cm, wobei auf einem Film jeweils zwei Aufnahmen im Format 18x12 cm untergebracht wurden, konnte durch mehrere Versuche ermittelt werden. Es gelang jedoch nicht, das frische, nicht in Formalin gehärtete Herz in verschiedenen Ebenen auf dem Film liegend aufzunehmen. Das relativ weiche Organ verformte sich zu stark, deshalb wurde das Herz zunächst in Formalin konserviert. Aber auch dann war es sehr schwierig, das Herz annähernd in eine Lage zu bringen, die einer Aufnahme im a.p.-Strahlengang entspricht.

Bei der Füllung des linken Vorhofs mit der oben genannten Technik lief das flüssige Kontrastmittel durch die dehizente Mitralklappe in den linken Ventrikel, so daß bei der Füllung des zweiten untersuchten menschlichen Herzens eine andere Methode angewandt wurde.

Das zuerst untersuchte menschliche Herz wurde zunächst mit Wasser gespült, etwa im Herzen vorhandene Blutgerinnsel wurden ausgeschwemmt. Beide Vorhöfe wurden dann vollständig mit Schaumstoffwürfeln und -streifen ausgefüllt; das Material (Moltopren^o) konnte mit einer Pinzette leicht durch die Lungenvenen bzw. deren Stümpfe in die Vorhöfe

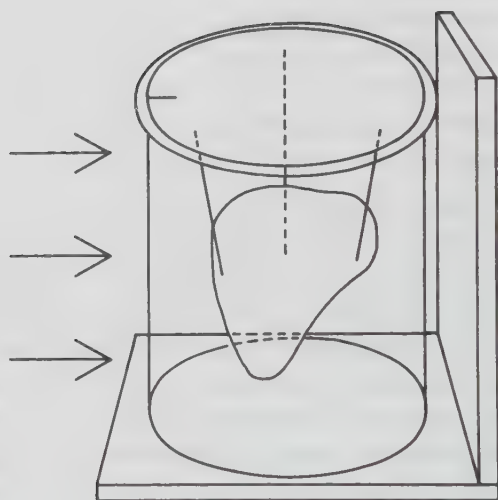


Abb. 1 Einrichtung zur Anfertigung von
Röntgenaufnahmen des isolierten, kontrast-
mittelgefüllten Herzens in mehreren Ebenen

gebracht werden. Durch die Pulmonalarterie wurde dann ein Plastikschlauch in den rechten Ventrikel geführt und das Herz mittels angenähter Haltefäden so in einem formalingefüllten Gefäß fixiert, daß die Herzspitze nach oben, die Basis nach unten zeigte. Durch den Schlauch wurde Luft in den rechten Ventrikel geblasen. Das Herz schwamm frei im Formalin und wurde vollständig von diesem bedeckt. So konnte erreicht werden, daß vor allem die dünnen Vorhofwände an keiner Stelle von außen eingedrückt wurden, während das Herz im Formalin erhärtete.

Nach einigen Stunden konnten die Schaumstoffstückchen aus den Vorhöfen entfernt werden und die Füllung des linken Herzhohes konnte vorgenommen werden. Die flüssige, heiße Urografin^o-Gelatine-Mischung wurde zur besseren Sichtkontrolle mit blauer Tinte angefärbt und diesmal direkt durch den in das linke Herzhohr eingeführten Ohrtrichter eingefüllt. Es war gut zu beobachten, wann das angefärbte Kontrastmittel das Ostium des Herzhohres erreicht hatte. Nach dem Erstarren der Masse wurde das Herz an drei angenähten Haltefäden in einem Glas aufgehängt (Abb.1). Die Fäden waren durch drei Löcher in einem Pappdeckel, der das Glas bedeckte, geführt und waren auf der Oberseite des Deckels befestigt. Durch Vergleiche mit Abbildungen des Herzens in anatomischen und topographisch-anatomischen Lehrbüchern wurde das Herz annähernd in die Lage gebracht, die es in situ einnimmt. Für die Aufnahmen wurde Kassettenfilm 18x24 cm verwendet. Der Abstand Röntgenröhre-Film betrug 1 m, der Abstand Film-Objekt lag bei etwa 10 cm. Die günstigsten Werte für Spannung, Stromstärke und Belichtungsdauer wurden durch einige Versuche ermittelt: 40 kV, 60 mAs. Nach jeder Aufnahme wurde der Pappdeckel mit dem darunter aufgehängten Herzen um 5° gedreht. Es zeigte sich jedoch, daß eine so geringe Änderung der Aufnahmeebene auf den fertigen Bildern kaum wahrzunehmen ist, so daß man sich bei späteren Aufnahmen mit Drehungen von jeweils 10° begnügen konnte. Es entstanden auf diese Weise Röntgenaufnahmen des kontrastmittelgefüllten Herzens in verschiedenen Ebenen

zwischen 90° rechts und 90° links.

Um das Herabfließen des Kontrastmittels in den linken Ventrikel zu vermeiden, wurde bei der Vorhoffüllung des zweiten zu untersuchenden Herzens eine andere Technik angewandt. Zunächst wurde das ausgespülte, frische Herz in der o.a. Weise behandelt und in Formalin gelegt. Das linke Herzohr wurde wie oben beschrieben gefüllt und es wurden Aufnahmen des Herzens in verschiedenen Ebenen angefertigt. Für die Kontrastmittelinjektion in den linken Vorhof wurde das Herz folgendermaßen präpariert: Durch eine der Pulmonalvenenmündungen wurde ein Plastikschauch mit seiner Öffnung bis in die Höhe der Mitralklappenebene vorgeschoben und in den Gefäßstumpf eingebunden. Ein zweiter Plastikschauch wurde nur etwa 5 mm weit in eine andere Pulmonalvenenmündung geschoben und ebenfalls fixiert. Die restlichen beiden Pulmonalvenen wurden durch passende Gummistopfen verschlossen. Nun wurde das Herz mit der Spitze nach oben, der Basis nach unten aufgehängt. Das heiße, flüssige Kontrastmittel wurde durch den kurz eingebundenen Schlauch langsam injiziert. Erreichte der Flüssigkeitsspiegel die Mitralklappenebene, so konnte das Kontrastmittel durch die dort befindliche Öffnung des zweiten Schlauches nach außen abfließen. In diesem Moment wurde die Injektion abgebrochen. Nach dem Erstarren der Kontrastmittel-Gelatine wurden die Schläuche und Gummistopfen vorsichtig entfernt und die Röntgenaufnahmen des Herzens angefertigt. Im Gegensatz zu den Aufnahmen des ersten Herzens fand sich diesmal keine Kontrastmittelsammlung im linken Ventrikel.

Merkwürdig war die Tatsache, daß nach der Füllung des Vorhofs das linke Herzohr in einem Fall nur noch teilweise, im anderen nicht mehr kontrastgebend dargestellt war. Nur auf den a.p.-Aufnahmen war der Weichteilschatten des linken Herzohres zu erkennen. Möglicherweise hat sich das im Herzohr befindliche Kontrastmittel bei der Vorhoffüllung verflüssigt und ist ausgelaufen.

Sämtliche Aufnahmen wurden mit einem Sechs-Ventile-Röntgengerät der Deutschen Picker-GmbH angefertigt. Bei der Untersuchung des Schweineherzens wurden Sino-Filme,

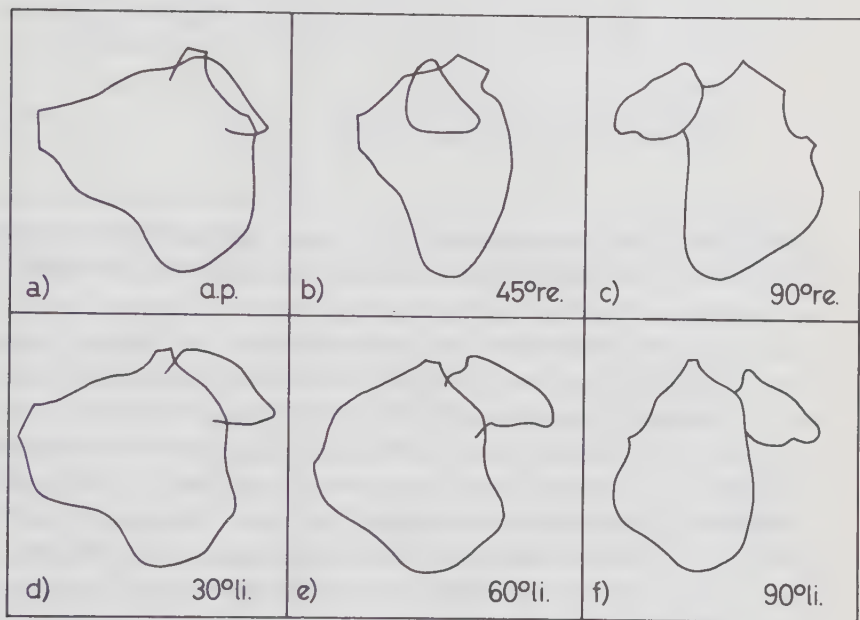


Abb. 2

bei der des menschlichen Herzens Kassettenfilme 18x24 cm, beide von der Filmfabrik Agfa-Gevaert verwendet. Das Glas, in dem das Präparat schwebend aufgehängt war, befand sich auf einem einfachen Holzgestell, das an einem Stativ für Thoraxaufnahmen angebracht war (Abb.1).

3. Röntgenbefunde und Ergebnisse

Die Röntgenaufnahmen des isolierten menschlichen Herzens wurden nach der Kontrastmittelfüllung des linken Herzohres allein und nach zusätzlicher Füllung des linken Vorhofs unter gleichen Bedingungen gemacht. Das war dadurch möglich, daß die Haltefäden, an denen das Herz schwebend aufgehängt war, während der Füllung des linken Vorhofs nicht entfernt wurden. Die einander entsprechenden Aufnahmen beider Serien konnten deshalb vergleichend bewertet werden. So konnten Lage, Größe und Form des linken Herzohres auch in den Ebenen beschrieben werden, in denen es durch den gleichfalls kontrastmittelgefüllten linken Vorhof überlagert ist. Es wurden beispielsweise von der a.p.-Aufnahme (nur linkes Herzohr kontrastmittelgefüllt) die Konturen des Herzens und des linken Herzohres auf Schreibmaschinen-Durchschlagpapier übertragen und anschließend auf demselben Blatt von der a.p.-Aufnahme (zusätzlich linker Vorhof gefüllt) die Konturen des linken Vorhofs eingezeichnet. Diese Zeichnung (Abb.2a) zeigt das linke Herzohr, indem es einen Teil des linken Herzrandes bildet. Vom linken Vorhof sind die Einmündungen der beiden linken und der oberen rechten Lungenvene zu erkennen. Der äußerste linke Rand des Vorhofs ist ca. 4 mm vom linken Herzrand entfernt. Der Introitus auriculae sinistrae (das Ostium des linken Herzohres) befindet sich innerhalb des Vorhofschattens. Bei der Drehung des Herzens nach links ist das linke Herzohr mit zunehmend geringeren Anteilen an der Bildung des linken Herzrandes beteiligt, und bei um 50° nach links gedrehtem Herzen erreicht nur noch die Spitze des linken Herzohres den Herzrand. Auch die Konturen des linken Vorhofs ent-

fernen sich vom Herzrand. Die Mündungen der Lungenvenen sind nicht mehr sicher nachzuweisen, nur die der oberen linken Lungenvene bleibt bis zu einer Drehung von 90° nach links erkennbar. In dieser Ebene deckt sich auch der Introitus auriculae sinistrae mit der Kontur des linken Vorhofs. Es ist anzunehmen, daß er in einer zum Strahlengang parallelen Sagittalebene gelegen ist. Die Formveränderungen des Herzohres und des Vorhofs sind aus den Abbildungen 2a-c ersichtlich.

Bei einer Drehung von 15° nach rechts decken sich die Konturen des Herzohres und des Vorhofs am linken Herzrand, bei weiterer Drehung nach rechts verschieben sich die Konturen des linken Herzohres und des linken Vorhofs gegenseitig; der Schatten des Herzohres wandert in den des Vorhofs, überragt ihn jedoch stets um einige Millimeter, um sich schließlich bei um 90° nach rechts gedrehtem Herzen wieder in voller Ausdehnung neben dem linken Vorhof zu zeigen. Die Ebene der Öffnung zum linken Vorhof hin verläuft wieder parallel zum Strahlengang. Bei einer Drehung von 60° nach rechts ist die Einmündung der rechten oberen Lungenvene nicht mehr erkennbar, dagegen scheint sich diejenige der linken unteren Lungenvene darzustellen. Wegen der teilweise nur unvollständigen Füllung der Venenstümpfe läßt sich das jedoch nicht mit Sicherheit sagen. Die Einmündung der linken oberen Lungenvene ist in allen gezeigten Ebenen gut erkennbar (Abb. 2d-f).

Die Aufnahmen des zweiten auf diese Weise untersuchten isolierten menschlichen Herzens zeigen ein nur schwach kontrastgebendes linkes Herzohr. Der linke Vorhof ist in der Gegend der Mitralklappe besser abgrenzbar und zeigt scharfe Konturen, weil mit der o.a. Methode verhindert werden konnte, daß flüssiges Kontrastmittel in den linken Vorhof gelangt. Das linke Herzohr ist erheblich kleiner dargestellt als beim ersten Herzen, obwohl der äußere Unterschied beim Vergleich der Präparate nicht auffällig war. Wahrscheinlich handelt es sich um ein Herzohr mit stärkerer Wand. Eher jedoch mag eine unvollständige

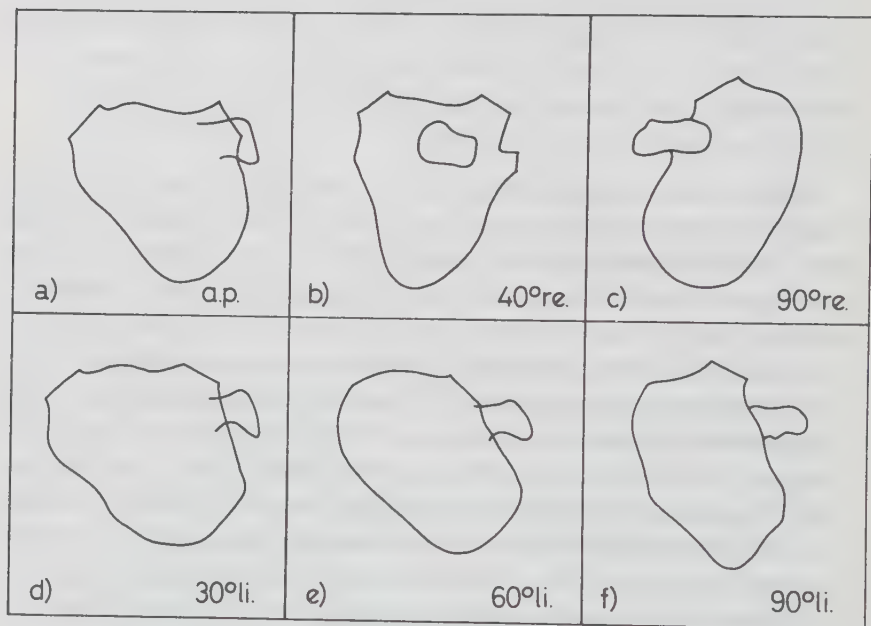


Abb. 3

Kontrastmittelfüllung des Herzohres vorliegen.

Schon bei einer Drehung von 30° nach links ist das Herzohr nicht mehr randbildend. Es tritt immer mehr aus dem Schatten des linken Vorhofs hervor, der nur mit dem Stumpf der linken oberen Lungenvene den linken Herzrand im a.p.-Bild erreicht und dessen Kontur sich bei Drehung nach links schnell vom Herzrand entfernt. Die Einmündung der rechten oberen Lungenvene ist bei einer Drehung von 50° nach links nicht mehr dargestellt, die der linken oberen Lungenvene nur noch schwach erkennbar, bei 90° jedoch wieder deutlich zu sehen. In dieser Ebene decken sich die Konturen des linken Vorhofs und des linken Herzohres am Introitus auriculae sinistrae (Abb. 3a-c).

Bei einer Drehung von 20° nach rechts erscheint der Stumpf der linken unteren Lungenvene am linken Herzrand, während sich das relativ kleine Herzohr bereits vollkommen im Schatten des linken Vorhofs darstellt. Die Mündungen der linken und rechten oberen Lungenvene sind bei 60° nicht mehr zu erkennen, das linke Herzohr befindet sich weiterhin innerhalb der Vorhofkonturen. Im seitlichen Strahlengang ist auch der Stumpf der linken unteren Lungenvene nicht mehr sichtbar, dagegen ist das linke Herzohr als eine Ausstülpung des Vorhofs dargestellt (Abb. 3d-f).

III. Die Bedeutung der röntgenologischen Analyse des linken Herzohres unter den Aspekten der modernen Herzchirurgie

1. Anatomie des linken Herzohres und Analyse des linken Herzrandes

Man hat das Herzohr allzulange für eine Ausweichbucht und einen dynamisch bedeutungslosen Anhänger des Vorhofs angesehen und es auch röntgenologisch so völlig übersehen, daß man es im dritten linken Bogen ganz im Vorhof untergehen ließ (ARENDDT). Die vergleichende anatomische Forschung zeigt aber bei den Vögeln und Säugetieren das Herzohr als besonderen Teil des Vorhofs; bei ihnen ist im Gegensatz zu den Amphibien an die Stelle der gleichmäßigen Vorhofmuskulatur die bevorzugte Ausbildung des Herzohres getreten. Sie haben somit, wie es in einer sehr originellen Arbeit GEORG HAUFFE ausdrückt, im Herzohr den eigentlichen, in den Anfangsteil der gesamten Blutbewegung eingeschalteten Motor erhalten. Ist dieser Motor erlahmt und durch ein Vorhofflimmern antriebsgestört, so wird das Trabekelwerk zu einer Reuse für den Blutstrom, es tritt die statische Kreislaufstörung ein, die nach RIBBERT allein schon zur "Metataxie" und "Ataxie" des Blutes, der Umordnung und Unordnung der Blutkorpuskeln führen kann (ARENDDT).

Anatomisch ist das linke Herzohr länger und schmaler als das rechte Herzohr (SWANSON, STEINBERG). Es ist an der linken Seite der Pulmonalarterie gelegen, nach vorn gerichtet und liegt dem Stamm dieses Gefäßes an. Röntgenologisch ändern sich der exakte Sitz und die Größe des Herzohres mit der Vorhofkontraktion; die Herzohren sind in der Vorhofdiastole am weitesten. MILLER et al. berichten von intraaurikulären Druckmessungen. Im linken Herzohr wurden außerordentlich hohe Druckwellen (giant "A"-waves) gemessen, wesentlich höher als die Druckwellen im linken Vorhof. Die Spitze einer "A"-Welle liegt zwischen der P-Zacke und dem QRS-Komplex des EKG. BRUNNSCHWEILER konnte nachweisen, daß beim Stenoseherz der Introitus auriculae

sinistrae ca. 1,15 mal größer und das Herzohr ca. 1,12 mal länger als bei Vergleichsherzen ist. Die Elastizität des Introitus ist bei Mitralstenose durch Endokardfibrose sehr stark herabgesetzt. Aus den kineangiokardiographischen und kymographischen Untersuchungen des linken Herzohres von GIACOBINI und SIMONETTI geht hervor, daß die Kontraktionsfähigkeit des linken Herzohres bedeutend größer ist als die des übrigen Vorhofs. Die Herzohrbewegungen sind vom ventrikulären Typ, und die systolische Phase des Herzohres fällt zeitlich mit der P-Welle im EKG zusammen.

Zur Analyse des linken Herzrandes bei der Angiokardiographie schreiben GRISHMANN u.Mitarb., daß der obere Bogen im mittleren Segment vom Stamm der Arteria pulmonalis oder ihrem linken Ast oder beiden gebildet wird, der untere vom linken Herzohr (am Lebenden bei Mitralstenose)⁺. Der Pulmonalkonus ist nie randbildend. GROEDEL fand auf der Basis von postmortalen Untersuchungen, daß bei Mitralstenose der dritte Bogen links allein vom Vorhof gebildet wird. ASSMANN dagegen fand bei gleichen Untersuchungen, daß vielmehr das linke Herzohr diesen Bogen bildet. Beide sind sich, wie auch HOLZMANN, UHLENBRUCK und TESCHENDORF darüber einig, daß nur in extremen Fällen der Pulmonalkonus diesen Bogen bilden kann. ROESLER, LAUBRY u.Mitarb. und DRESSLER behaupten aufgrund von postmortalen Untersuchungen, daß bei Mitralstenose der Pulmonalkonus den unteren Bogen im mittleren Anteil des linken Herzrandes bildet, während der linke Vorhof und das linke Herzohr

⁺) Die bogenförmigen Konturen des linken Herzrandes werden, von kranial nach kaudal, gebildet von:
1. Aortenbogen 2. Stamm der Arteria pulmonalis
3. Linker Vorhof und linkes Herzohr 4. Linker Ventrikel.
In der angelsächsischen Literatur scheint die Bezeichnung "mittleres Segment" oder "mittlerer Anteil des linken Herzrandes" gebräuchlich zu sein. Darunter sind die beiden vom Pulmonalarterienstamm und vom linken Vorhof und Herzohr gebildeten Bögen zu verstehen (siehe auch Abb.6).

nicht randbildend seien. ROBB und STEINBERG (36) sind nicht dieser Auffassung, ebenso auch TAYLOR und McGOVERN.

Im Vorderbild ist eine Entscheidung oftmals nicht möglich, ob die unter dem Pulmonalisbogen gelegene buckelige Vorwölbung dem Conus pulmonalis oder dem linken Herzohr angehört; jedoch gelingt sie durch Drehung des Patienten während der Durchleuchtung (ZDANSKY). Bei Mitralstenose ist nach DOTTER und STEINBERG das linke Herzohr häufig zu sehen, im Gegensatz zum normalen Herzen, und oft ist zu erkennen, daß es an der Bildung des linken Herzrandes beteiligt ist.

Anomalien der Herzohren sind sehr selten. PARMLEY berichtet über eine angeborene Atriomegalie bei zwei Patienten, die auf extrem große linke Herzohren zurückzuführen war (SWANSON, STEINBERG). BERNSTEIN u. Mitarb. berichten über einen Fall von angeborener Mitralstenose mit sehr kleinem linken Herzohr. Lateroposition der Herzohren, wie sie von SMYTH, FRAGOYANNIS und NICKERSON beschrieben ist, ist eine ungewöhnliche angeborene Anomalie. Sehr selten ist auch das partielle Fehlen des Perikards mit einer vom linken Herzohr an dieser Stelle gebildeten Hernie (SWANSON, STEINBERG).

JACOBSON und WEIDNER berichten, daß eine Dilatation des linken Herzohres beim VALSALVA'schen Druckversuch auf eine Mitralstenose hinweist und empfehlen diese Probe für die Diagnose. Interessant ist die Beschreibung von Angiokardiographien bei Hunden, bei denen das linke Herzohr in den linken Vorhof gestülpt und fixiert wurde. Die Aufnahmen zeigten einen klar abgrenzbaren Füllungsdefekt, der einen Vorhofthrombus vortäuschte (READ u. Mitarb.)

2. Erkennung von Vorhof- und Herzohrthromben bei der Durchleuchtung und im Thoraxübersichtsbild

Vor der Einführung der Angiokardiographie in die Röntgenologie 1938 von ROBB und STEINBERG (37), aber auch heute

noch, wird in der Literatur vereinzelt über Fälle berichtet, in denen verkalkte oder nicht verkalkte Thromben des linken Vorhofs und des linken Herzohres mit der konventionellen Röntgentechnik diagnostiziert werden konnten. Von SCHOLZ wird betont, daß ein rundlicher oder ovaler, allseitig umgrenzter Schatten innerhalb des basalen Teiles des üblichen röntgenologischen Herzschatte, womöglich mit gleichzeitiger Vorwölbung und Pulsationslosigkeit der linken Vorhofgegend in einem Falle von Mitralstenose fast pathognomonisch für einen Thrombus im linken Herzohr ist. Allerdings wurde hier wie auch im folgenden Fall die Diagnose erst bei der Autopsie gestellt. ARENDT beschreibt eine Herzohrthrombose bei Mitralstenose: Die Gegend des linken Vorhofs und auch etwas unterhalb davon ist stark vorgewölbt, auch zeichnet sich der linke Vorhof innerhalb des Herzschatte durch eine noch dichtere Verschattung aus. Eine Hirnembolie und zahlreiche intestinale Embolien vervollständigen das Bild. BESSER und SCHILLING berichten über zwei weitere Fälle von Herzthromben. Bei dem ersten wurde röntgenologisch eine Verschattung im rechten Herzen beschrieben, aber nicht weiter differenziert. Bei dem zweiten glauben die Autoren "mit Sicherheit einen verkalkten Thrombus im linken Herzohr röntgenologisch nachgewiesen zu haben, trotzdem ein anatomischer Beweis durch die Sektion nicht vorliegt". Es wird betont, daß erst die genaue klinische Kenntnis des Falles häufig die Diagnose auch röntgenologisch verifizieren läßt. HEEREN stellt aus der Röntgenuntersuchung allein die Diagnose. Es wird ein großer verkalkter Thrombus des linken Herzohres bei Mitralfehler beschrieben, der nur geringe klinische Symptome hervorruft. FÜSSL dagegen berichtet über einen Fall von unverkalktem wandständigen Thrombus des linken Vorhofs und Herzohres, in welchem das ungewohnte Röntgenbild (starke Ausbuchtung des Vorhof- und Aurikularschatte) zur Annahme eines Mediastinaltumors führte und erst die Autopsie den Sachverhalt klärte. Auch ARENDT und CARDON sind der Ansicht, daß übermäßige Prominenz des linken Herzohres häufig durch einen Thrombus im linken Vorhof ver-

ursacht wird. Das ist ein Zeichen dafür, daß das Herzohr an der Dilatation des Vorhofs teilnimmt. Häufig besteht dabei Vorhofflimmern. SMID beschreibt die eigenartige Röntgensymptomatologie eines stark kalkhaltigen, frei im rechten Vorhof liegenden, auf einem feinen Stiel aufgehängten Thrombus, der eine sehr schnelle, wirbelartige Eigenbewegung aufwies. Diese Bewegung trug entscheidend zur richtigen Diagnosestellung bei, die durch die Operation und die Histologie bestätigt werden konnte. BARTON schreibt über die röntgenologische Erkennung von Verkalkungen des Vorhofs, daß solche nur im Herzohr sicher als verkalkter Thrombus zu diagnostizieren sind, während es sich im linken Vorhof auch um subendokardiale Kalkablagerungen handeln kann, häufig kombiniert mit Klappenverkalkung. BERK gelang anhand von Röntgenaufnahmen die Diagnose und Differenzierung von Verkalkungen der Mitralklappe, perikardialen Verkalkungen und einem verkalkten wandständigen Thrombus des linken Herzohres.

3. Herzohrthrombose und Herzchirurgie

MADDEN empfiehlt die Resektion des linken Herzohres als Prophylaxe gegen Embolie-Rezidive bei Patienten mit Mitralklappenstenose rheumatischer Genese, mit oder ohne Vorhofflimmern.

PROFFITT u. Mitarb. berichten über den 26. Fall einer gelungenen aortalen Embolektomie bei einem Patienten mit vier nachgewiesenen peripheren Emboli, die vermutlich aus dem linken Herzohr stammten. Das Herzohr wurde reseziert.

Von BARONOFFSKY und SKINNER wird darauf hingewiesen, daß die Ligatur des linken Herzohres als chirurgischer Beitrag zum Problem der rezidivierenden Embolie bei rheumatisch bedingten Mitralfehlern angewendet werden kann. Dieser Eingriff wird wegen der Einfachheit im Vergleich zur Resektion des linken Herzohres empfohlen. WALLACH u. Mitarb. bezeichnen die zusätzliche Austastung des linken Vorhofs als unerlässlich, da dort annähernd ebenso oft Thromben enthalten seien wie im linken Herzohr.

Bei 30% der von BAILEY wegen Mitralstenose operierten Patienten war das linke Herzohr thrombosiert. Bei Patienten mit einer Dauerform des Vorhofflimmern fand er in 53% Thromben im linken Herzohr (FRIEDBERG). Bei den von DELAY untersuchten 194 Patienten mit Herzkrankheiten rheumatischer Genese bestanden in 97% ein Mitralvitium, in 90% Vorhofflimmern. Mit einer postoperativen Embolie muß in 6-13% gerechnet werden (FRIEDBERG).

DERRA und LILLEHEI haben erfolgreich den rechtsseitigen, transseptalen Zugang zur Mitralklappe in die Tat umgesetzt. Er ist hauptsächlich bei großen Thromben, die ein Strömungshindernis abgeben, indiziert. Der Thrombus wird digital vom linken Herzohr und der lateralen linken Vorhofwand abgeschält. Die Methode setzt eine Kreislaufunterbrechung in Hypothermie (28-30°C) voraus (BREITNER). Bei der Entscheidung zwischen offener oder geschlossener Methode der Valvulotomie ist die Angiokardiographie mit Darstellung des linken Vorhofs eine wertvolle Hilfe (HUSTON).

4. Erkennung von Vorhof- und Herzohrthromben bei der Angiokardiographie

SOLOFF und ZATUCHNI beschrieben erstmalig die Erkennung von Vorhofthromben mit Hilfe der Angiokardiographie. Eine sichere Diagnose aufgrund des Nativbildes ist nach ihrer Ansicht nur bei der sehr seltenen Verkalkung möglich. Im linken Seitbild erscheinen die häufigen Thromben der Vorhofhinterwand bei Angiokardiographie als Füllungsdefekte. Die Autoren glauben, daß die Diagnose "Thrombus im linken Herzohr" nur gestellt werden kann, wenn eine unregelmäßige Begrenzung der Verbindung zwischen linkem Herzohr und linkem Vorhof besteht, zusammen mit spärlicher oder fehlender Füllung des linken Herzohres. Gelegentlich kann das linke Herzohr nicht gefüllt sein, auch wenn es keinen Thrombus enthält. Darüber hinaus kann das linke Herzohr im a.p.-Bild undeutlich erscheinen wegen der überdeckenden Strukturen, besonders der Pulmonalvenen. In der seitlichen Projektion

ist es überlagert vom vorderen oberen Teil des linken Vorhofs. LYONS u.Mitarb. postulieren, daß die Diagnose von Herzohrthromben nur gerechtfertigt sei, wenn Bezirke mit unvollständiger Kontrastmittelfüllung auf einer Filmserie konstant bestehen. Die Ergebnisse ihrer Untersuchungen entsprechenden von SOLOFF und ZATUCHNI. Auch ORMOND u.Mitarb. bestätigen die häufige Überlagerung des linken Herzohres durch die linken oberen Lungenvenen. Die fehlende Füllung des linken Herzohres ist die *conditio sine qua non* für die Diagnose eines Vorhoffthrombus. PARKER u.Mitarb. wiederum sind der Ansicht, daß die fehlende Füllung nur des linken Herzohres kein Zeichen für die Anwesenheit eines Thrombus ist.

Sie finden die direkte Beziehung zwischen Vorhofflimmern und Thrombose des linken Vorhofs bestätigt, während bei Patienten ohne Embolie ebenso oft Thromben bei der Operation gefunden wurden wie bei solchen mit Embolie in der Anamnese.

Im Allgemeinen kann man annehmen, daß bei dargestelltem linken Herzohr kein Thrombus darin enthalten ist (SWANSON und STEINBERG).

5. Sektionsbefunde

Bei zusammen 90 postmortal untersuchten Fällen von Mitralvitien rheumatischer Genese fanden DALEY und JORDAN in 23% Thromben, die allein im linken Herzohr lokalisiert waren. (LEONARD, COGAN). Nach GARVIN sind Thromben im linken Vorhof bei rheumatisch bedingten Erkrankungen des Herzens 2,5 mal häufiger bei Patienten mit Vorhofflimmern zu finden. Diese Thromben sind zu 86,5% im rechten Vorhof und/oder im linken Vorhof lokalisiert. Es wird nicht unterschieden zwischen Thromben im Vorhof und im zugehörigen Herzohr. BLOOMBERG u.Mitarb. nehmen unter Bezug auf die Ergebnisse von DALEY und JORDAN an, daß die "stagnation of blood" im linken Vorhof infolge der stenotischen Klappe der wichtigste Faktor für die Entstehung eines Thrombus im linken

Vorhof oder im linken Herzohr ist. Nach ihrer Meinung kann die Antikoagulantientherapie eine weitere Thrombusbildung verhindern, aber nicht die Embolisierung eines Thrombus. WEISS und DAVIS fanden bei 73 von 164 Patienten (45%), die an den Folgen eines rheumatisch bedingten Herzleidens gestorben waren, Embolie mit Infarzierung von einem oder mehreren Organen. Sie glauben, daß eher das Vorhofflimmern als der aktive rheumatisch-endokarditische Prozeß für die Bildung von Vorhofthromben verantwortlich zu machen ist. GRAEF u.Mitarb. fanden in neun von neunzehn Fällen von Mitralstenose, BULL in drei von fünf Fällen Thromben im linken Herzohr.(JORDAN, SCHEIFLEY, EDWARDS). SÖDERSTRÖM fand bei 50 solcher Fälle 29 mal wandständige Thromben im linken Herzohr, während JORDAN postmortal 42 von 51 intrakardialen wandständigen Thromben bei Mitralstenose im linken Herzen fand, davon 20 allein im linken Herzohr. In 32 Fällen war eine arterielle Embolie bei der Sektion nachgewiesen, und acht mal fand man Thromben allein im linken Herzohr. Da die Thromben im linken Herzen bei Mitralstenose in 50% auf das linke Herzohr beschränkt waren, scheint die Resektion oder Ligatur des linken Herzohres bei Patienten mit rezidivierender arterieller Embolie nicht mehr als 50% Sicherheit gegen die Embolie zu bieten. WALLACH u.Mitarb. schließen sich dieser Ansicht an: Die operative Entfernung von Gerinnseln aus dem linken Herzohr vor dem Eindringen in den linken Vorhof kann die Häufigkeit von Thromben, die zur Embolie Anlaß geben können, erheblich herabzusetzen (von 18,6% auf 13,5%). Dagegen scheinen Operationen mit dem alleinigen Ziel der Ligatur oder Resektion des linken Herzohres kaum der Mühe wert zu sein, da der linke Vorhof annähernd ebenso oft Thromben enthält wie das linke Herzohr.

Die Gefahr der Hirnembolie hat manche Chirurgen veranlaßt, die Karotiden während des intrakardialen Eingriffs zeitweise zu komprimieren (WALLACH u.Mitarb.)

DALEY berichtet von 194 Patienten mit Herzerkrankungen rheumatischer Genese. In 97% bestand ein Mitralvitium, in 90% Vorhofflimmern. Postmortal wurden in 10 von 39 Fällen Thromben im linken Herzohr und/oder im linken Vorhof gefunden.

IV. Die Herzohranalyse in der Angiokardiographie

1. Auswahl und Vorbereitung des Materials

Ein von den Ärzten des Institutes für Klinische Strahlenkunde (Direktor: Prof.Dr. Diethelm) und den Mitarbeitern der jeweiligen Klinik gebildetes angiokardiologisches Team führte bei 80 Patienten mit Verdacht auf operable Herzfehler in einem Zeitraum von 26 Monaten (Januar 1965 bis Februar 1967) die Angiokardiographie durch. Von den Patienten waren 44 in der II. Medizinischen Klinik (Direktor: Prof.Dr. Schölmerich), 27 in der I. Medizinischen Klinik (Direktor: Prof.Dr. Duesberg) in Behandlung; acht Patienten wurden von der Kinderklinik (Direktor: Prof.Dr. Köttgen) und ein Patient wurde von der Chirurgischen Klinik (Direktor: Prof. Dr. Kümmerle) überwiesen. Das Ziel dieser Untersuchungen war die Sicherung der klinischen Diagnose und die Stellung der Operationsindikation. In der Regel wurden auch Druckmessungen und Blutgasanalysen vorgenommen. Die Röntgenaufnahmen wurden bei Rückenlage des Patienten als a.p.-Bild und als rechtes Seitenbild angefertigt; dabei wurden je 20-30 Aufnahmen im a.p.- und im seitlichen Strahlengang bei einer Bildfrequenz von 3-4/sec. angefertigt. Als Kontrastmittel wurde Urogratin^o76% verwendet.

Von diesen Bildserien wurden zunächst alle Fälle mit Mitralvitium und darüber hinaus alle diejenigen Fälle ausgewählt, bei denen der linke Vorhof bzw. das linke Herzohr gut sichtbar dargestellt waren. Unter den 51 nach diesen Gesichtspunkten erfaßten Serien waren 26, bei denen der Herzkatheter von einer Bein- oder Armvene aus bis in den Stamm der Arteria pulmonalis vorgeschoben werden konnte, während die Katheterspitze sich bei 17 Patienten im rechten Ventrikel und bei 4 Patienten im rechten Vorhof befand. In drei Fällen wurde ein Laevogramm angefertigt; der in die Arteria femoralis eingeführte Katheter erreichte den linken Ventrikel. Zur Darstellung des linken Vorhofs kam es durch einen Kontrastmittlrückfluß infolge einer iso-

lierten Mitralinsuffizienz bzw. eines kombinierten Mitralvitiums. In einem Fall war die Katheterspitze nach der Methode von BROCKENBROUGH transseptal in den linken Vorhof vorgeschoben worden.

Um die Vergleichsmöglichkeiten der einzelnen Aufnahmen eines Patienten in den verschiedenen Phasen der Herzaktion zu verbessern, wurden von jeder Bildserie einzelne Aufnahmen direkt auf Schreibmaschinen-Durchschlagpapier übertragen. Auf einer Zeichnung sind die Arteria pulmonalis mit ihren Verzweigungen, der linke Vorhof mit den einmündenden Lungenvenen und die Aorta jeweils im Stadium der optimalen Kontrastmittelfüllung zusammengefaßt. Der linke Vorhof ist einmal zum Zeitpunkt der Ventrikelsystole dargestellt, während eine zweite Zeichnung den Vorhof bei Ventrikeldiastole zeigt. Die rechte und linke Kontur des Herzschatens und des Zwerchfells sind ebenfalls auf den Zeichnungen angegeben, die sowohl von den a.p.- als auch von den linken Seitbildern angefertigt wurden.

In einigen Fällen war eine sichere Differenzierung zwischen Systole und Diastole nicht möglich. Die Markierung von jeweils zwei gleichen Wirbelkörpern auf verschiedenen Aufnahmen einer Ebene und auf den davon angefertigten Zeichnungen erlaubt es, Größen- und Lagevergleiche der dargestellten Hohlräume und Konturen anzustellen. Dazu werden die Zeichnungen so übereinander gelegt, daß die darauf gekennzeichneten Wirbelkörper sich decken.

Die nach den angiokardiographischen Untersuchungen erhobenen Befunde ergaben in 15 Fällen das Vorliegen einer reinen Mitralstenose, in 7 Fällen eines kombinierten Mitralvitiums mit überwiegender Stenose und in 5 Fällen eines kombinierten Mitralvitiums mit überwiegender Insuffizienz. Bei den übrigen Patienten handelte es sich um Aortenisthmusstenose, valvuläre Aorten- bzw. Pulmonalstenose, Vorhof- oder Ventrikelseptumdefekt, Ductus BOTALLI apertus, während bei 8 Patienten kein krankhafter Befund des Herzens aufgrund der Angiokardiographie erhoben werden konnte. Eine geringgradige bis starke Vergrößerung des linken Vorhofs

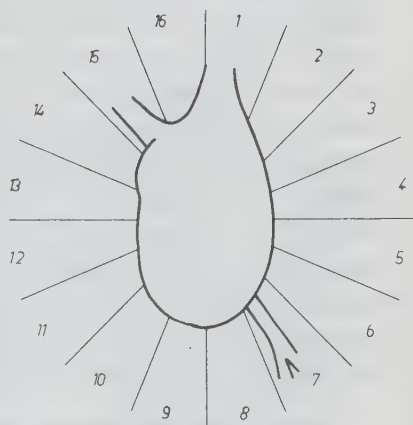
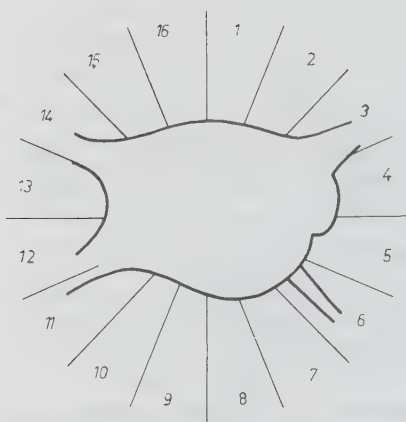


Abb. 4 Die Konturen des linken Vorhofs im a.p.-Bild und im rechten Seitenbild sind in 16 Abschnitte eingeteilt

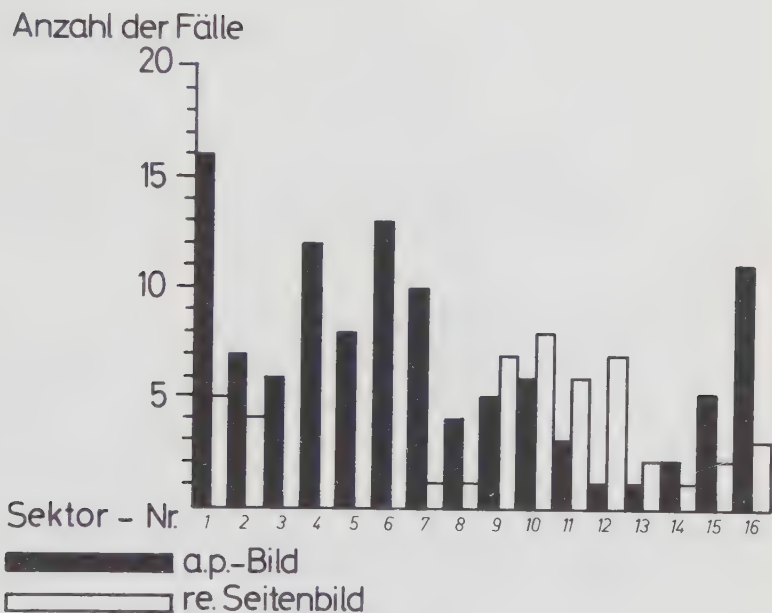


Abb. 5 Die Abbildung zeigt, in wieviel von 51 untersuchten Fällen die Konturen des linken Vorhofs (a.p.-Bild und rechtes Seitenbild) im entsprechenden Sektor undeutlich oder nicht dargestellt waren

ist in 31 Fällen beschrieben, bei 28 von ihnen handelt es sich um Mitralfehler. Die angiokardiographischen Aufnahmen von 12 Patienten, bei denen eine Mitralkstenose bzw. ein kombiniertes Mitralkvitium festgestellt wurde, zeigen keine Kontrastmittelfüllung des linken Herzhohes, weshalb hier der Verdacht auf das Vorliegen von Thromben im linken Herzhohr ausgesprochen wurde. Bei drei Patienten war das linke Herzhohr anlässlich einer früher durchgeführten Mitralkommissurotomie reseziert worden, und in zwei Fällen war es nicht dargestellt, obwohl kein Mitralfehler bestand und eine Herzhohrthrombose somit unwahrscheinlich erschien.

Auf den bereits erwähnten Zeichnungen waren die Vorhofkonturen als durchgehende Linien dargestellt, sofern sie auch auf den Aufnahmen deutlich erschienen. Jedoch waren auf den 160 ausgewählten Röntgenaufnahmen von 51 Patienten die Konturen des linken Vorhofs teilweise nur undeutlich dargestellt, so daß der Verlauf der Vorhofgrenzen auf der Aufnahme nicht genau festgelegt werden konnte. Auf den Zeichnungen wurde dann der vermutliche Verlauf als gestrichelte Linie angegeben. Es sollte nun festgestellt werden, in welchem Bereich des linken Vorhofs solche Unschärfen vorwiegend auftraten. Die Art des Herzfehlers, Größe des linken Vorhofs, Kontrastmitteldichte und andere Faktoren wurden dabei nicht berücksichtigt. Um nach einem einheitlichen Schema vorzugehen, wurde je ein normal konfigurierter linker Vorhof in der a.p.-Ansicht und im linken Seitbild gezeichnet und dessen optischer Mittelpunkt eingetragen. Durch vom Mittelpunkt zur Peripherie verlaufende gerade Linien, die jeweils einen Winkel von $22,5^{\circ}$ einschlossen, wurde die Vorhoffläche in 16 Sektoren eingeteilt (Abb.4). Wie bei einem Kreissektor das Bogenstück, so entsprach hier jedem Sektor eine Teilstrecke der Vorhofkontur. Diese Einteilung konnte gedanklich unter Anwendung der Vorlage leicht auf jeden gezeichneten Vorhof übertragen werden. Aus dem Diagramm Abb.5 ist abzulesen, wie häufig auf den angiokardiographischen Aufnahmen

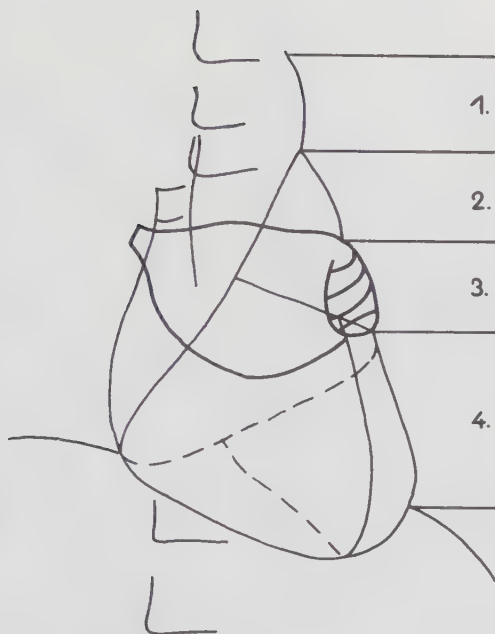


Abb. 6 Modifiziert nach KOCH und WIECK.
 Erläuterung siehe Seite 23 und Fußnote
 Seite 15

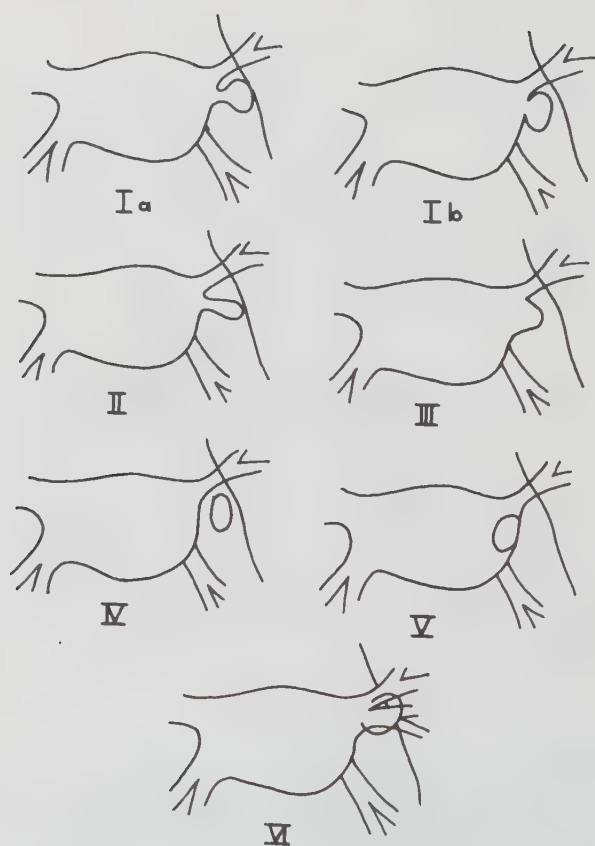


Abb. 7 Übersichtsdarstellung der Form- und Lageverhältnisse des linken Herzhohres, wie sie anhand der angiokardiographischen Aufnahmen von 51 Patienten gefunden wurden, und Einteilung nach dem röntgenologischen Aspekt in sechs Herzohrtypen

die Konturen des linken Vorhofs in den Sektoren 1-16 undeutlich oder nicht dargestellt waren.

2. Klassifizierung der sechs Herzohrtypen

KOCH und WIECK hatten, wie bereits erwähnt, an formolgehärteten Thoraxpräparaten das Herz freigelegt und die Ventrikel, Segel- und Taschenklappen sowie die Scheidewände mit Bleistreifen umlegt. Die Aufnahme dieses Herzens ermöglicht einen ausgezeichneten röntgentopographischen Überblick über die Beziehungen der markierten Strukturen zueinander. Darüberhinaus hat diese Methode gegenüber der Kontrastmittelfüllung den Vorteil einer plastischen Darstellung (Abb.6). Im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit sei besonders auf die Vorwölbungen des linken Herzrandes und auf das Verhalten von linkem Vorhof und linkem Herzohr hingewiesen.

Die angiokardiographischen Aufnahmen von den 51 Patienten zeigen in 32 Fällen ein deutlich kontrastmittelgefülltes linkes Herzohr. Anhand dieser Aufnahmen können die im a.p.-Strahlengang bei Kammerystole dargestellten linken Herzohren nach ihrer Form und ihrer Verbindung zum linken Vorhof, ihrer Beziehung zum linken Herzrand und den einmündenden Pulmonalvenen in sechs Gruppen eingeteilt werden. Es ist zu beachten, daß dieser Einteilung das Erscheinungsbild des linken Herzohres auf der Röntgenaufnahme zugrunde liegt, und daß der Schatten eines Gebildes Rückschlüsse auf dessen anatomische Formen nur mit Einschränkungen erlaubt. Den Prototyp des jeweils beschriebenen Herzohres zeigt die Abb.7.

Abb.7, Ia,b: Das linke Herzohr stellt sich als divertikelartiges Anhängsel des linken Vorhofs dar. Im Röntgenbild erkennt man eine annähernd runde bis gestreckt-elliptische Fläche, die eine mehr oder weniger breitbasige Verbindung mit dem linken Vorhof aufweist. Es erscheint daher berechtigt, als Typ Ia das mehr rund gestaltete Herzohr (Abb.7, Ia),

und als Typ Ib das gestreckte Herzohr (Abb.7, Ib) zu bezeichnen. Beim letzteren findet man zuweilen eine zipfelige Ausziehung nach kaudal. Die Verbindung zwischen dem gestreckten Herzohr und dem linken Vorhof, der Introitus auriculæ sinistrae, liegt in einer zur Längsachse des Herzohres parallel verlaufenden Ebene, ihr Durchmesser ist eheblich größer als beim rund gestalteten Herzohr. Nur in einem Fall ist eine kurze, halsartige Verbindung zwischen dem rundlichen Herzohr und dem Vorhof dargestellt, sonst scheint das Herzohr direkt in den linken Vorhof überzugehen. Stets liegt der Introitus kaudal von der Mündung der linken oberen Lungenvenen, und sein Durchmesser erscheint immer enger als der größte Durchmesser des Herzohres. Sind die linken unteren Lungenvenen mit dargestellt, so befindet sich das linke Herzohr im Winkel zwischen den linken oberen und linken unteren Lungenvenen, kann aber in seinem oberen Bereich bis in das Mündungsgebiet der linken oberen Lungenvenen hineinreichen. Der größte Durchmesser der elliptischen Fläche verläuft parallel zum linken Herzrand oder mehr parallel zur Medianlinie. Die Beziehung der Kontur des linken Herzohres zum linken Herzrand ist unterschiedlich. Das linke Herzohr kann randbildend sein oder es kann eine nicht kontrastmittelgefüllte Fläche zwischen Herzohr und linkem Herzrand bestehen, die auf der Röntgenaufnahme bis zu 18 mm Breite mißt.

Abb.7, II: Das zu dieser Gruppe gehörende linke Herzohr stellt sich auf der Aufnahme als fingerförmiger Fortsatz am linken Rande des linken Vorhofs dar. Es hat eine gestreckte Form, die Basis ist schmal und der Querdurchmesser des Herzohres ist kaum größer als der des Introitus. Es kann auch eine gestreckt-elliptische Form haben. In jedem Fall stellt sich der Introitus in der Fortsetzung des Längsdurchmessers nach medial dar und scheint mehr im Mündungsgebiet der linken oberen Lungenvenen Anschluß an den linken Vorhof zu finden. Der Längsdurchmesser verläuft parallel zum linken Herzrand oder mehr horizontal. In den hier aufgezeigten Fällen wird das linke Herzohr randbildend oder erscheint nur gering vom linken Herzrand entfernt.

Abb.7, III: Zur dritten Gruppe gehört ein Herzohr, das sich auf den Röntgenbildern als breitbasige Ausladung des linken Vorhofs darstellt. Es erscheint kuppelförmig, der Durchmesser wird, vom Introitus zur Spitze gemessen, kleiner. In einem der hier dargestellten zwei Fälle wird das linke Herzohr nicht randbildend. Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß die Kontur dieses Herzohres am linken Rand unscharf ist, was vielleicht auf eine ungenügende Füllung mit Kontrastmittel zurückzuführen ist. Das Ostium liegt kaudal von der Mündung der linken oberen Lungenvene am linken Vorhofrand. Die linken unteren Lungenvenen sind nicht dargestellt.

Abb.7, IV: Hier erscheint das linke Herzohr isoliert vom linken Vorhof dargestellt, d.h. die Verbindung zwischen beiden Räumen ist zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme nicht mit Kontrastmittel gefüllt. Es könnte sich um ein extrem enges Ostium handeln, das nur bei einem gewissen Druck im linken Vorhof bzw. bei einer gewissen Erweiterung des linken Vorhofs (bei Ventrikelsystole) eine Kontrastmittelpassage zuläßt und in den anderen Phasen der Herzaktion geschlossen ist. Oder das linke Herzohr entspringt aus den einmündenden linken oberen Lungenvenen, so daß sich im a.p.-Bild der Introitus wegen der Überlagerung durch das kontrastmittelgefüllte linke Herzohr nicht darstellt. Das Herzohr ist von elliptischer Form und nahezu randbildend, der linke Herzrand zeigt hier eine deutliche Vorwölbung. Es befindet sich zwischen den Mündungen der linken oberen und unteren Lungenvenen oder im Mündungsgebiet der oberen Lungenvenen. Der zum linken Vorhof weisende Rand ist in einem Fall unscharf dargestellt.

Abb.7, V: Bei einem Patienten ist das linke Herzohr nur als stärker kontrastierter, mehr oder weniger scharf begrenzter Schatten im kontrastmittelgefüllten linken Vorhof erkennbar. Es erscheint elliptisch und erreicht mit seinem linken Rand die linke Kontur des Vorhofs, der hier wiederum randbildend ist. Die Längsachse des Herzohres

Herzohrtyp	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
Gesamthäufigkeit	4	2	4	1	2	1	17
Bei Mitralfehler	3	2	4	1	0	1	6
Bei isol. Mitralstenose	2	0	2	0	0	0	3
Li. Vorhof vergrößert	3	2	3	1	0	1	6

Tab. 1 Erläuterung zu dieser Tabelle siehe Seite 33

verläuft parallel zum linken Herzrand. Die untere Begrenzung ist nicht scharf vom Kontrastmittelschatten des Vorhofs abgesetzt.

Abb.7, VI: In dieser letzten Gruppe sind Herzohren zusammengefaßt, die im Mündungsgebiet der linken oberen Lungenvenen dargestellt sind und teilweise wegen der Überschneidung mit den kontrastmittelgefüllten Gefäßen nicht scharf konturiert sind. In den meisten Fällen gehören diese Herzohren, soweit das zu beurteilen ist, dem Typ I an. Dann kann auch oft die Lage des Introitus angegeben werden. Fast stets sind die Herzohrkonturen trotz der Überlagerung durch die Lungenvenen noch relativ gut zu erkennen. Manchmal erscheint der untere Bereich des linken Herzohres in der freien Fläche, die von den einmündenden oberen und unteren Pulmonalvenen, dem linken Herzrand und dem linken Vorhofrand begrenzt wird. Der rechte Rand des Herzohres kann außerhalb der Kontur des Vorhofs erscheinen oder sich mit dieser überschneiden, so daß das Herzohr sich wieder zum Teil in den linken Vorhof projiziert. In einem Fall ist das Herzohr wieder isoliert dargestellt, d.h. es weist ringsum glatte Konturen und scheinbar keine Verbindung zum linken Vorhof auf. Das Verhalten zum linken Herzrand ist unterschiedlich. Neben Herzohren, die deutlich randbildend sind, gibt es auch solche, bei denen der kleinste Abstand zum linken Herzrand 20 mm beträgt.

Es soll untersucht werden, ob die einzelnen Herzohrtypen eine Beziehung zum Mitralvitium und zur Größe des linken Vorhofs haben könnten. Obwohl wegen der relativ geringen Anzahl der Fälle sich keine verallgemeinernden Folgerungen ergeben können, ist aus Tab.1 zu ersehen, daß ein Mitralfehler bei Typ IV verhältnismäßig weniger häufig besteht als beim Typ I oder II. Ebenso läßt sich die bekannte Tatsache ableiten, daß ein Mitralvitium, insbesondere ein kombiniertes Vitium, fast stets mit einer Dilatation des linken Vorhofs einhergeht.

Patient Nr.	1	2	3	4	5	6	7	9	11	16	17	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
Herzohrtyp	Io	Ib	II	III	V	V	V	V	Io	V	V	Ib	II	V	V	V	V	V	V	V	II	II	)	V	V	V	Io	V	V	Io	V	V
Mitralfehler	o	o	o	o	o			o	o	o	o	o								o	o	o				o	o					
Li. Vorhof vergrößert																																
mäßig					o	o	o					o								o	o	o	o				o					
stark	o	o								o	o	o	o																		o	
Katheterspitze in:																																
re. Vorhof																	o					o						o				
re. Ventrikel				o			o		o									o			o		o	o	o					o	o	o
A. pulmonalis	o				o	o			o	o	o	o	o	o	o					o	o						o	o	o			
li. Vorhof																																
li. Ventrikel		o				o																				o						
Absol. Arrhythmie bei																																
Vorhofflimmern		o		o	o					o																	o					
Einweisende Klinik ²	II	II	II	I	I	II	II	II	II	II	II	I	Ch	K	I	II	II	I	I	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	I	

¹⁾ Röntgenaufnahme fehlt

²⁾ I = I. Med. Klinik, II = II. Med. Klinik, Ch = Chir. Klinik, K = Kinderklinik

Tab. 2 Hier sind alle Patienten zusammengefaßt, bei denen das linke Herzohr dargestellt war. Erste Spalte: Vertreter der im Text beschriebenen sechs Herzohrtypen; Zweite Spalte: Operierte Patienten; Dritte Spalte: Im Text nicht beschriebene Fälle

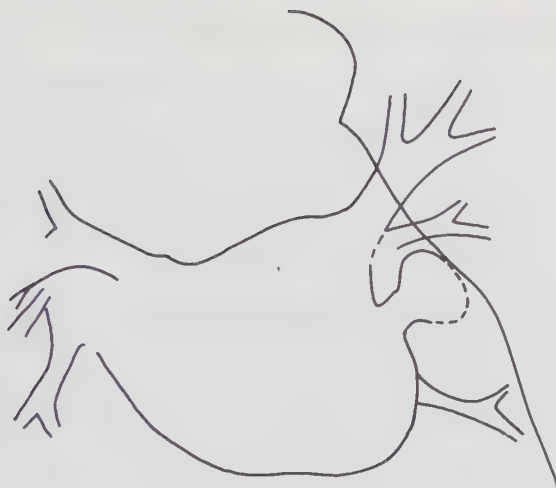


Abb. 8a

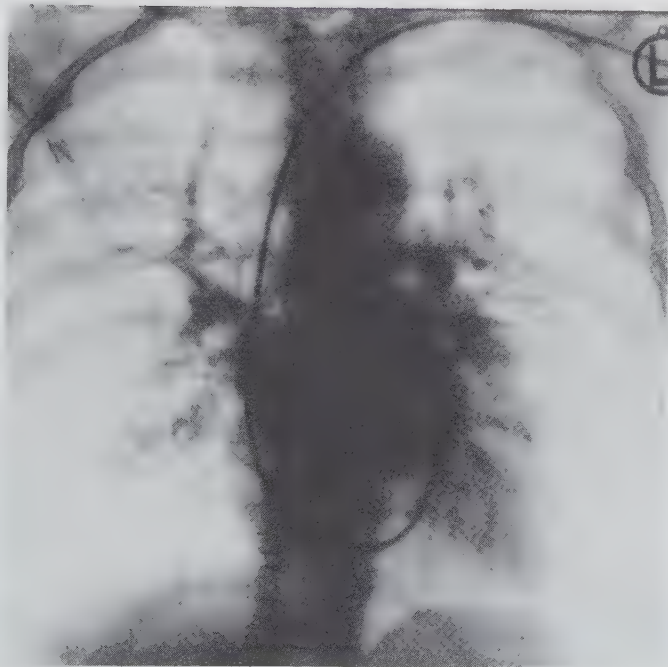


Abb. 8b

3. Beschreibung der Herzohrtypen anhand von Beispielen

Anschließend an die allgemein-deskriptive Darstellung der sechs Herzohrtypen soll nun aus den 32 Fällen, in denen sich das linke Herzohr gut kontrastiert dargestellt hatte, je ein Vertreter eines Typs ausgewählt und im Zusammenhang mit den klinischen Befunden und der Diagnose beschrieben werden (siehe auch Tab.2)

Pat.Nr. 1; Abb.8a,b. Herzohrtyp Ia: Klinisch besteht ein kombiniertes Mitralvitium mit überwiegender Stenose. Eine Embolie ist nicht aufgetreten, das EKG zeigt Sinusrhythmus. Das Kontrastmittel wird in den Stamm der Arteria pulmonalis injiziert. Nach Füllung der Lungenvenen stellt sich ein deutlich vergrößerter linker Vorhof dar, dessen Konturen überall scharf sind und der im unteren Bereich systolisch-diastolische Volumenschwankungen zeigt. Sämtliche einmündenden Lungenvenen sind gut dargestellt. Am linken Rand des Vorhofs ist der Introitus auriculae sinistrae als etwa 10 mm breites und 7 mm langes kontrastmittelgefülltes Verbindungsstück deutlich zu erkennen. Das Herzohr selbst zeigt nur in seinem oberen Anteil eine deutliche Kontur, zum linken Herzrand hin und nach unten ist es nicht scharf von seiner Umgebung abgesetzt. Es scheint jedoch nicht wesentlich vom linken Herzrand entfernt zu sein. Zwar wird das linke Herzohr von einigen kleineren Ästen der linken Lungenvenen überlagert, liegt aber doch deutlich zwischen den in den Vorhof einmündenden linken oberen und unteren Pulmonalvenen. Es ist annähernd elliptisch geformt mit Durchmessern von 28 mm und 20 mm. Die längere Achse verläuft parallel zum linken Herzrand, der in der Gegend des linken Herzohres eine mäßige Vorwölbung aufweist. Bei Ventrikeldiastole ist das nun weniger kontrastmitteldichte Herzohr noch schwach erkennbar. Die Konturen sind verschwommen. Die seitliche Aufnahme zeigt bei Ventrikelsystole eine eben noch erkennbare Kontrastmittelanreicherung innerhalb des Vorhof-



Abb. 9a

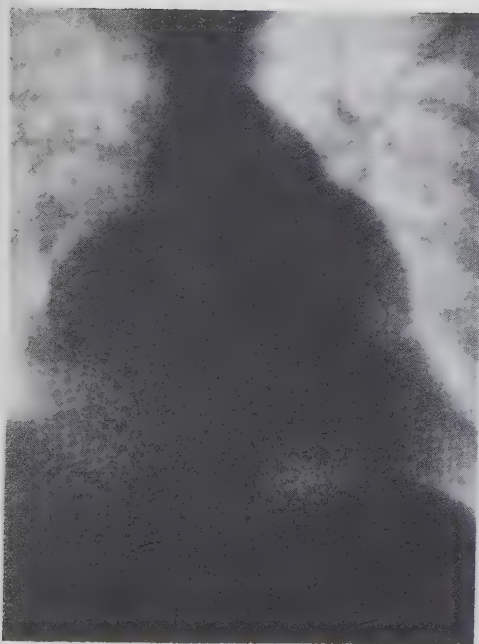


Abb. 9b

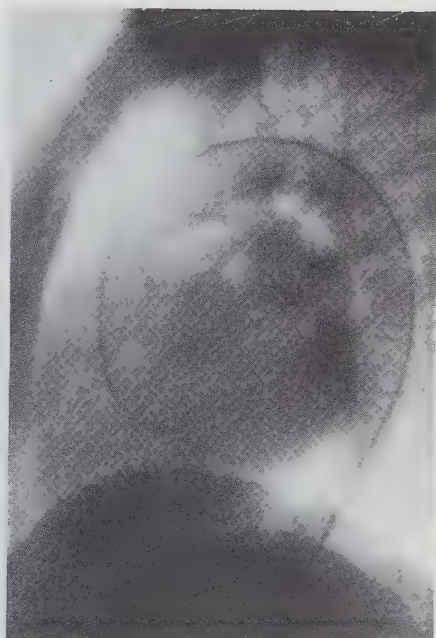


Abb. 9c

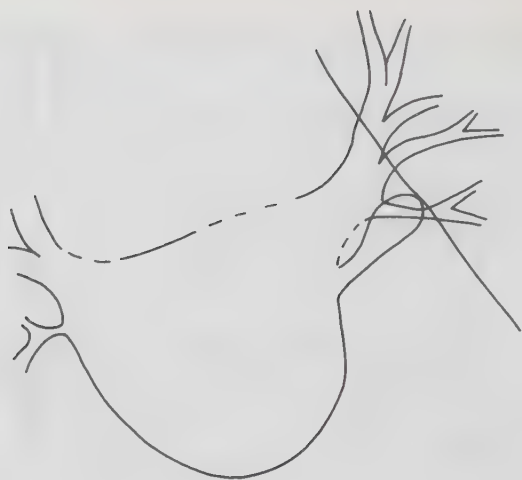


Abb. 10a

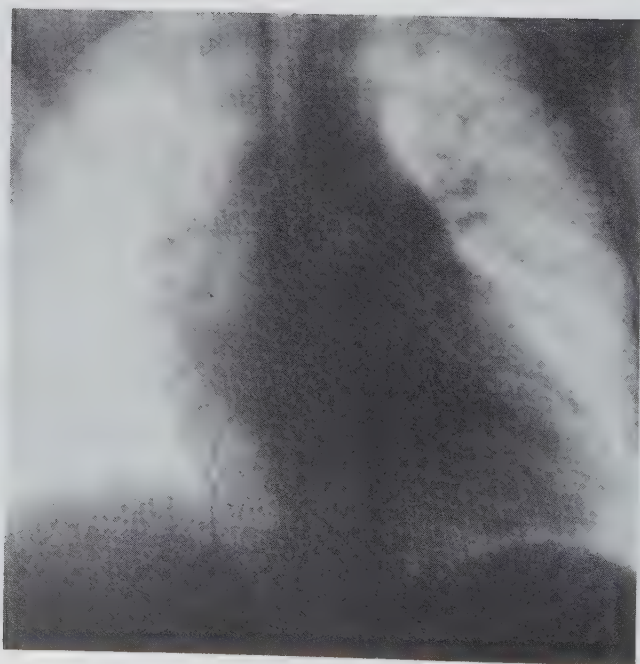


Abb. 10b

schattens, die dem linken Herzohr entsprechen könnte.

Pat.Nr.2; Abb.9a,b,c. Herzohrtyp Ib: Das EKG dieser Patientin zeigt absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern; Hinweise auf Embolie bestehen nicht. Wegen des kombinierten Mitralvitiums mit Insuffizienzgrad III wird eine retrograde Laevokardiographie durchgeführt, wobei die Katheterspitze im linken Ventrikel liegt. Das Kontrastmittel regurgitiert in den erheblich vergrößerten linken Vorhof, wo es zu einer langdauernden Anreicherung kommt. Die Vorhofgrenzen sind allseits gut zu erkennen, die systolisch-diastolischen Volumenschwankungen sind minimal. Das sehr große linke Herzohr ist, wenn auch weniger dicht als der Vorhof, mit Kontrastmittel gefüllt, seine Konturen sind gut sichtbar. Auf der Röntgenaufnahme hat es die Form einer langgestreckten Ellipse mit Durchmessern von 63 mm und 26 mm. Die längere Achse verläuft parallel zum linken Herzrand, der an dieser Stelle vom Herzohr selbst gebildet wird und eine starke Vorwölbung aufweist. Der Introitus hat eine Breite von ca. 40 mm. Ein Verbindungsstück zwischen Vorhof und Herzohr, etwa in Form eines "Herzohrhalses", läßt sich nicht erkennen. Die einmündenden oberen linken Lungenvenen projizieren sich auf den oberen Bereich des linken Herzohres, während die unteren linken Lungenvenen die Konturen des Herzohres nicht berühren. Bei Ventrikeldiastole ist das Herzohr nicht mehr erkennbar. Die seitliche Aufnahme (Abb.9c) zeigt in der Gegend des linken Herzohres eine gut pflaumengroße Kontrastmittelanreicherung innerhalb des Vorhofschattens. Auch im Mündungsgebiet der Lungenvenen sind ähnliche Kontrastmittelanreicherungen zu erkennen.

Pat.Nr.3; Abb.10a,b. Herzohrtyp II: Bei diesem Patienten besteht eine Mitralstenose II. bis III. Grades. Das EKG zeigt Sinusrhythmus; keine Anzeichen für Embolie. Nach Injektion des Kontrastmittels in den rechten Ventrikel sind im Röntgenbild die rechten und die oberen linken Lungenvenen gut dargestellt. Der vergrößerte linke Vorhof

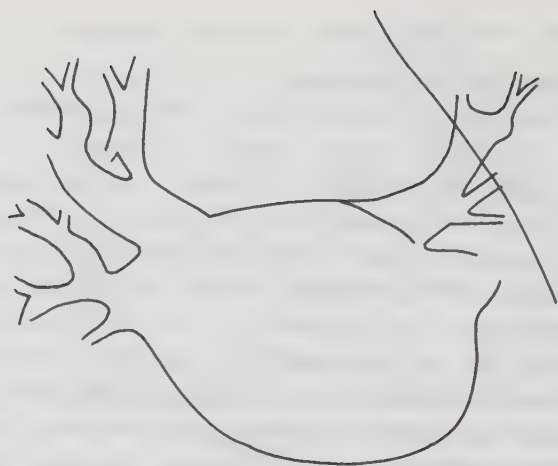


Abb. 11a

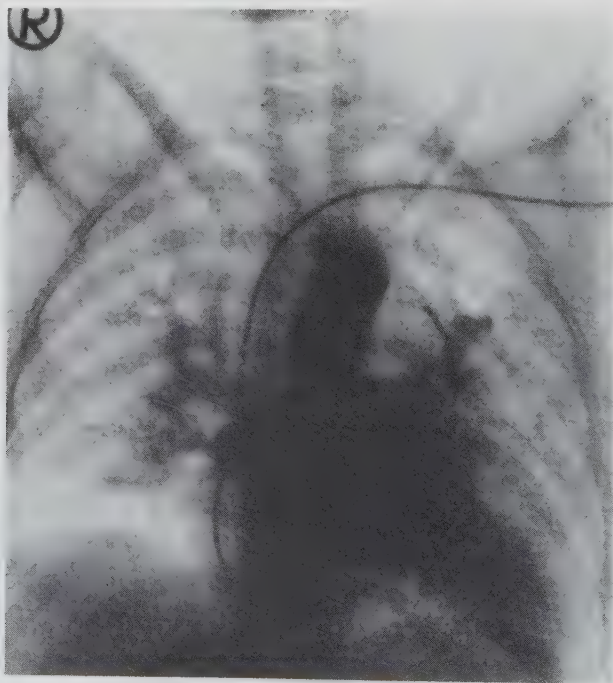


Abb. 11b

ist im oberen Bereich schwach konturiert, er zeigt nur geringe systolisch-diastolische Volumenschwankungen. Das linke Herzohr ist schwach dargestellt und erscheint nicht so kontrastmitteldicht wie der linke Vorhof. Es entspringt unterhalb der Einmündung der linken oberen Lungenvenen und erstreckt sich nach links oben. Die Kuppe dieses langgezogenen, keulen- oder fingerförmig erscheinenden Herzohres erreicht den linken Herzrand und bewirkt dort eine schwache Erhebung. Es hat auf der Aufnahme eine Länge von 40 mm und eine maximale Breite von 16 mm. Der Introitus ist 7 mm breit. Bei Ventrikeldiastole ist nur noch die Kuppe des Herzohres schwach dargestellt. Die seitlichen Aufnahmen zeigen innerhalb der Vorhofgrenzen eine Kontrastmittelanreicherung, die jedoch nicht durchgehend deutliche Konturen aufweist. Auch die Mündungsgebiete der Lungenvenen sind kontrastmitteldichter dargestellt als der übrige Vorhof.

Pat.Nr.4; Abb.11a,b. Herzohrtyp III: Kombiniertes Mitralvitium mit überwiegender Insuffizienz. Das EKG zeigt absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern. Keine Hinweise auf embolische Ereignisse. Das Kontrastmittel wird in den Stamm der Arteria pulmonalis injiziert. Es füllen sich die rechten und die oberen linken Lungenvenen sowie ein deutlich vergrößerter linker Vorhof, der geringfügige Lumenschwankungen erkennen läßt. Der linke Ventrikel erscheint vergrößert. Der ca. 30 mm breite Ursprung des linken Herzohres dicht unterhalb der einmündenden linken oberen Lungenvenen ist deutlich sichtbar. Das kuppelartig nach oben und links gerichtete Herzohr wird zunehmend schmaler und dabei zunehmend geringer kontrastmitteldicht, so daß seine Konturen bereits 12 mm vor Erreichen des linken Herzrandes verschwinden. Bei Ventrikeldiastole ist an der Stelle des Herzohres nur noch eine dreieckige Ausziehung des Vorhofs zu erkennen, die dem Introitus entsprechen dürfte. Die seitliche Aufnahme zeigt zwar die Einmündungen der Lungenvenen in den linken Vorhof, nicht jedoch das Herzohr.

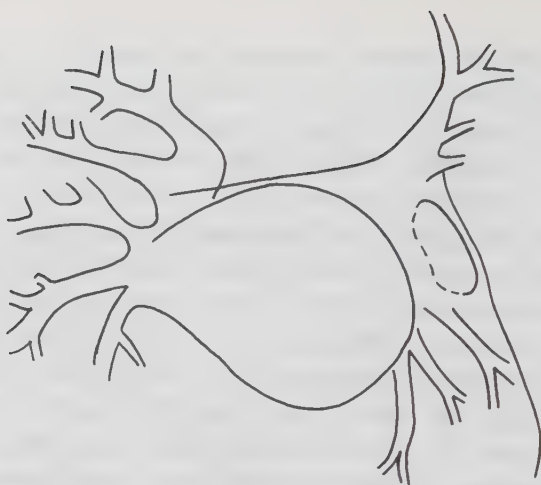


Abb. 12a

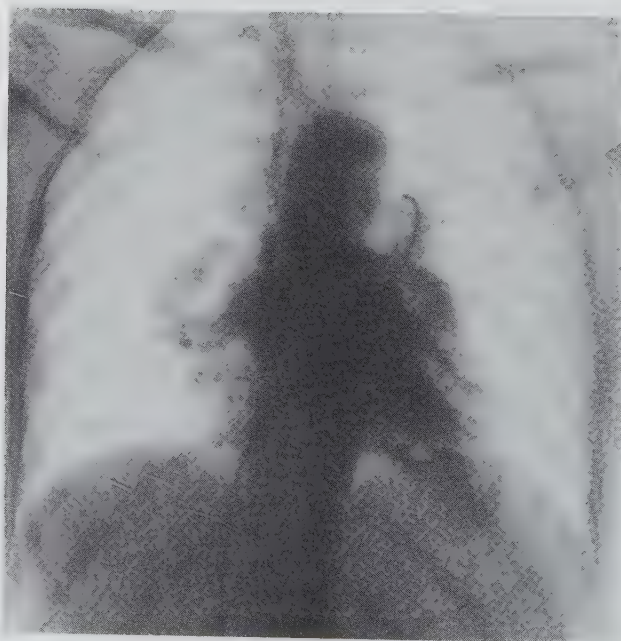


Abb. 12b

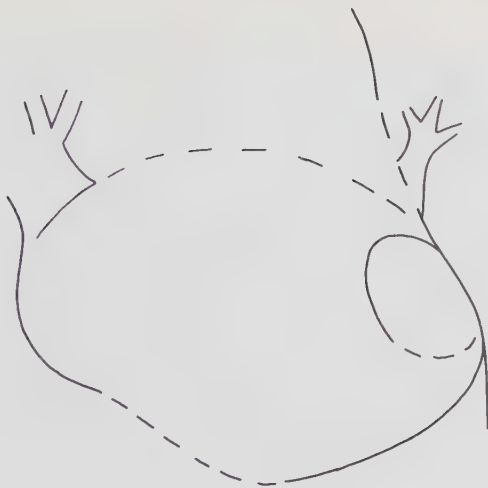


Abb. 13a



Abb. 13b

Pat.Nr.5; Abb.12a,b. Herzohrtyp IV: Klinisch besteht der Verdacht auf ein Vitium cordis. Die angiokardiographische Untersuchung mit Kontrastmittelinjektion in die Arteria pulmonalis ergibt jedoch eine normgerechte Konfiguration der Herzhöhlen und der Gefäße. Der linke Vorhof zeigt gute systolisch-diastolische Volumenschwankungen. Seine Grenzen sind deutlich dargestellt. Zwischen den Einmündungen der oberen und unteren linken Lungenvenen, die ebenso wie die der rechten Lungenvenen gut dargestellt sind, findet sich eine ovale Kontrastmittelanreicherung mit Durchmessern von 33 mm und 12 mm. Dieser dem linken Herzohr entsprechende Schatten ist allseits gut abgrenzbar. Er bildet einen Teil des linken Herzrandes, den er geringfügig vorwölbt, wobei seine längere Achse parallel zum linken Herzrand verläuft. Vom linken Vorhof jedoch erscheint er durch einen ca. 5 mm breiten kontrastmittelfreien Streifen abgesetzt. Bei Kammerdiastole ist das Herzohr nicht mehr dargestellt. Im Seitbild läßt sich bei Systole eine Kontrastmittelanreicherung nachweisen, die vom Anfangsteil der ebenfalls kontrastmittelgefüllten Aorta überlagert wird und eine schmale Verbindung zum linken Vorhof aufweist. Ob es sich dabei um das Herzohr handelt, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen.

Pat.Nr.6; Abb.13a,b. Herzohrtyp V: Es handelt sich um ein kombiniertes Mitralvitium mit überwiegender Insuffizienz. Die Thoraxübersichtsaufnahme läßt auf eine Verkalkung der Mitralklappen schließen. Das EKG zeigt absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern. Eine Embolie ist nicht aufgetreten. Bei der retrograden Laevokardiographie wird das Kontrastmittel in den linken Ventrikel injiziert und strömt während der Kammersystole durch die insuffiziente Mitralklappe in einen deutlich vergrößerten linken Vorhof, dessen Konturen nach oben und unten wegen des gleichfalls kontrastmittelgefüllten linken Ventrikels und der Aorta nur schwer abzugrenzen sind. Es kommt eine teilweise Füllung der linken und rechten oberen Pulmonalvenen zustande. Der linke Vorhof wird links und mit einem



Abb. 14a



Abb. 14b

geringeren Anteil auch rechts randbildend. Der linke Herzrand ist an dieser Stelle deutlich vorgewölbt durch eine ovale, 55 mm mal 35 mm große Kontrastmittelanreicherung innerhalb der Vorhofkonturen, die dem gefüllten Herzohr entsprechen dürfte. Bei Ventrikeldiastole hat sich die Größe des Vorhofs nicht verändert. Das immer noch dargestellte linke Herzohr hat jetzt Durchmesser von 35 mm und 25 mm. Der linke randbildende Anteil des Vorhofs bzw. des Herzohres ist wesentlich geringer. Auf der seitlichen Aufnahme ist eine Kontrastmittelanreicherung innerhalb der Vorhofgrenzen schwach erkennbar. Hier zeigt der Vorhof im unteren Bereich geringe systolisch-diastolische Volumenschwankungen.

Pat.Nr.7; Abb.14a,b. Herzohrtyp VI: Bei der jungen Patientin besteht eine valvuläre Aortenstenose geringen Grades. Das EKG zeigt Sinusrhythmus. Das in den rechten Ventrikel injizierte Kontrastmittel bringt sämtliche Lungenvenen gut zur Darstellung. Es füllt sich ein - soweit zu beurteilen - normal konfigurierter linker Vorhof, der nach oben gut, nach unten jedoch nur schwer abgrenzbar ist. Dort, wo die linken oberen Lungenvenen in den Vorhof einmünden, findet sich eine rundliche Kontrastmittelanreicherung mit einem Durchmesser von ca. 23 mm. Sie berührt den linken Herzrand, ohne ihn nach außen vorzuwölben. Bei Kammerdiastole erscheint der linke Vorhof erheblich kleiner. Seine linke Begrenzung scheint sich vom linken Herzrand weg nach medial verschoben zu haben. Wieder findet sich im Mündungsgebiet der linken oberen Pulmonalvenen eine Kontrastmittelanreicherung, ihr Durchmesser beträgt ca. 20 mm, und ihr kleinster Abstand zum linken Herzrand 15 mm. Im Seitbild ist eine Darstellung des linken Herzohres nicht mit Sicherheit nachweisbar.

Patient Nr.	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Angiokardiographisch Verdacht auf Thrombus	o		o		o	o	o	o				o	o	o	o	o					
Absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern	o				o	o	o			o			o			o					
Arterielle Embolie: praeoperativ						o				o			o			o					
intra- oder postop.	o				o	o															
Intraoperativer Nach- weis von Thromben	o				o																
Einweisende Klinik ¹⁾	II	II	II	II	II	II	II	I	I	II	I	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II

¹⁾ I=I. Med. Klinik, II=II. Med. Klinik, K=Kinderklinik

Tab. 3 In dieser Tabelle sind in der ersten Spalte die operierten Patienten zusammengefaßt. Die zweite Spalte enthält Patienten, bei denen das linke Herzohr nicht bzw. nicht sicher dargestellt war und/oder bei denen Verdacht auf Herzohrthrombose bestand

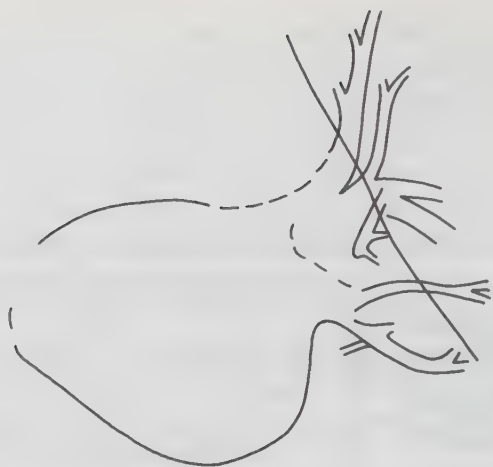


Abb. 15a

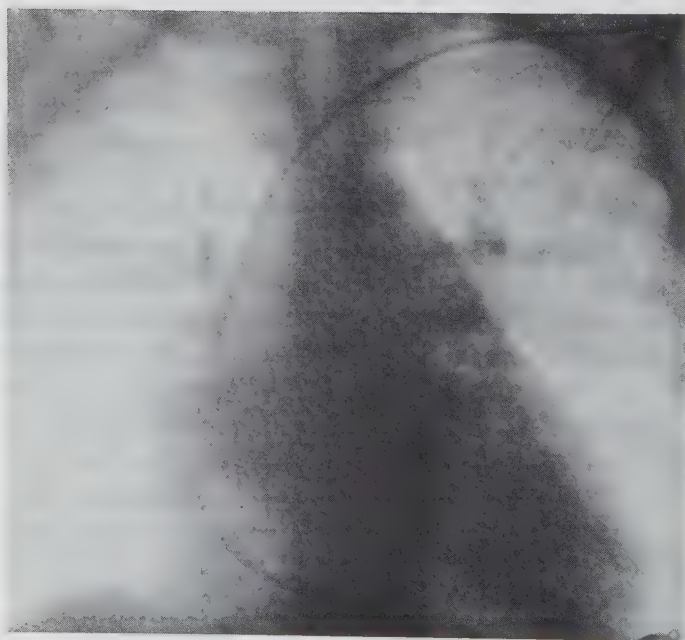


Abb. 15b

4. Angiokardiographische Diagnose von Thromben im linken Herzohr

a) Angiokardiographische, internistische und chirurgische Befunde von zehn operierten Patienten

Bei zehn Patienten wurde nach der Angiokardiographie die Mitralkommissurotomie durchgeführt. Der klinische Befund, der angiokardiographische Befund, der Operationsverlauf und der chirurgische bzw. histopathologische Befund dieser Patienten sollen im folgenden wiedergegeben werden. (siehe auch Tab.3).

Pat.Nr.8; Abb.15a,b: Vor der Operation besteht eine langsame Form der absoluten Arrhythmie. Anamnestisch bietet sich kein Anhalt für embolische Ereignisse. Bei der Angiokardiographie liegt die Katheterspitze im rechten Ventrikel. Der linke Vorhof erscheint erheblich vergrößert, seine Begrenzung nach links ist unscharf. Das linke Herzohr ist nicht kontrastiert dargestellt, es wird der Verdacht auf Thromben im linken Herzohr geäußert. Im Operationsbericht wird das linke Herzohr als sehr groß bezeichnet. Bereits bei der Palpation besteht der Verdacht auf eine ausgedehnte Thrombosierung innerhalb des Herzohres. Große Thrombenmassen, die bereits in Organisation begriffen sind, werden nach der Eröffnung von den Herzohrwänden entfernt. Da aber vermutet wird, daß durch die Thrombosierung des Herzohres eine Zweiteilung der Thrombenmassen erfolgt ist, wird das Herzohr frei eröffnet, wobei ein weiterer, über fingerkuppengroßer Thrombus aus dem Herzohr herausgeschwemmt wird. Bei der zweiten Freigabe des Blutstromes nach außen werden keine weiteren thrombotischen Massen ausgeschwemmt. Riesiger, nicht austastbarer linker Vorhof. Das septale Segel ist vollkommen verkalkt. Eröffnung des linken Ventrikels und Sprengung mit dem TUBS-Dilatator von dort aus. Am ersten Tag post op. komplette Halbseitenlähmung links. Teilweise Remission später. Die Patientin erholt sich von dem Eingriff, jedoch bleibt die Lähmung des linken Armes be-

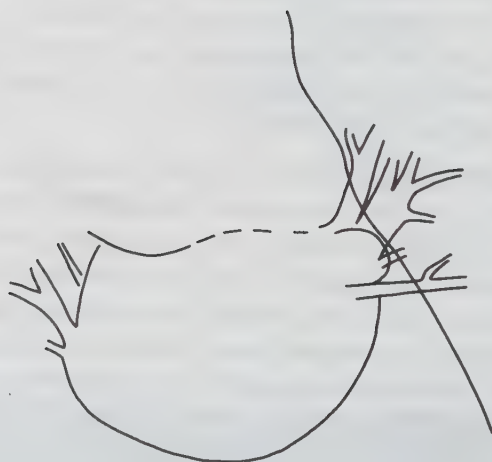


Abb. 16

stehen. Histopathologisch wird ein mehrzeitiger, haselnußgroßer, in den basalen Anteilen organisierter und rekanalisierter Abscheidungsthrombus des linken Herzohres beschrieben.

Pat.Nr.9; Abb.16: Das EKG dieser Patientin zeigt Sinusrhythmus, es bestehen keine Anzeichen für ein embolisches Geschehen. Angiokardiographisch - die Katheterspitze liegt im Stamm der Arteria pulmonalis - läßt sich ein erheblich vergrößerter linker Vorhof nachweisen, während der linke Ventrikel eher klein ist. Das linke Herzohr, das der Lage nach dem Typ VI, der Form nach dem Typ I zuzuordnen ist, ist gut sichtbar im Mündungsbereich der oberen linken Lungenvenen dargestellt. Der Operationsbericht bietet keine Besonderheiten, die postoperative Phase verläuft komplikationslos. Das resezierte linke Herzohr weist eine Hypertrophie der Muskulatur und eine Endokardfibrose auf. Die Hyperplasie des Mesenchyms weist auf eine organisierte Thrombose.

Pat.Nr.10: Es besteht Sinusrhythmus, keine Anzeichen für Embolie. Das Kontrastmittel wird in den rechten Ventrikel injiziert, und die Aufnahmen lassen einen erheblich vergrößerten linken Vorhof erkennen, während das linke Herzohr nicht sicher abzugrenzen ist. Bei der Operation finden sich ein relativ kleines Herzohr und ein großer linker Vorhof ohne Thromben. Postoperativ treten keine Komplikationen auf. Das linke Herzohr weist eine weitgehend abgeklungene, örtliche interstitielle Entzündung mit geringfügiger Vernarbung auf.

Pat.Nr.11: Vor der Operation ist keine Arrhythmie festzustellen. Hinweise auf Embolie fehlen. Bei der Angiokardiographie befindet sich die Katheterspitze im rechten Ventrikel. Der linke Vorhof ist deutlich vergrößert, das gut mit Kontrastmittel gefüllte linke Herzohr vom Typ Ia liegt im Mündungsbereich der oberen linken Pulmonalvenen. Es bestehen keine Hinweise auf Thromben. Im Operationsbericht wird ein relativ kleines linkes Herzohr mit schmalen Zugang zum Vorhof beschrieben. Klemme und Tabaksbeutel-



Abb. 17a

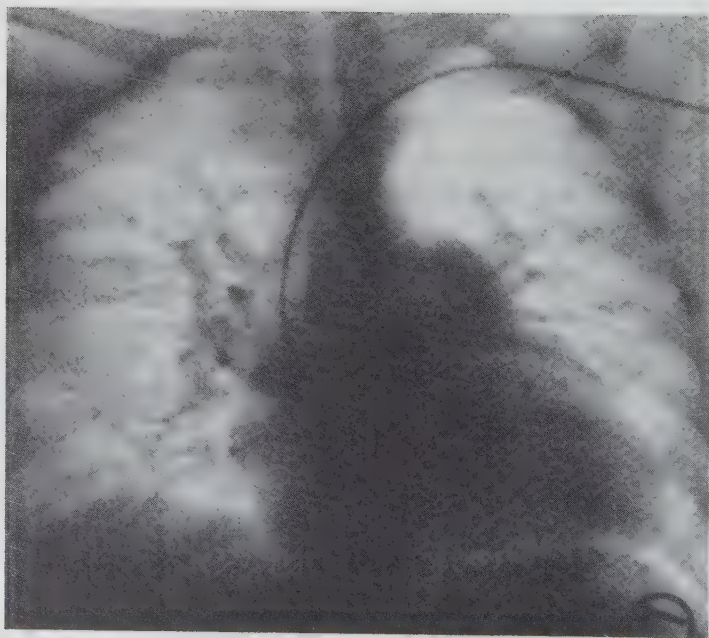


Abb. 17b

naht werden in typischer Weise angelegt. Nach der Inzision bestätigt sich der vermutete enge Zugang, aus diesem Grund muß das Herzohr ein geringes Stück eingestülpt werden. Der linke Vorhof wird als sehr groß bezeichnet. Am dritten Tag post op. tritt eine passagere Depression des arteriellen Blutdrucks ein. Am vierten Tage akutes Nierenversagen. Die oligurische Phase kann überwunden werden. Während der anschließenden polyurischen Phase treten jedoch schwere Krampfanfälle auf, an deren Folgen der Patient durch Herz- und Kreislaufversagen verstirbt. Bei der Sektion finden sich ein wandständiger, nach dem linken Vorhof zu geglätteter Thrombus im linken Herzohr sowie eine schwere abgelaufene fibroplastische Endokarditis valvulae mitralis et chordalis. Hinweise für ein embolisches Geschehen im Gehirn bestehen nicht.

Pat.Nr.12; Abb.17a,b: Die Anamnese dieser Patientin weist zweimal arterielle Embolie auf. Im EKG besteht absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern. Nach der Kontrastmittelinjektion in den rechten Ventrikel füllt sich ein vergrößerter linker Vorhof, dessen Begrenzung zum linken Herzohr unscharf erscheint. Das Herzohr selbst ist nicht dargestellt; es besteht deshalb der Verdacht auf eine Thrombose des linken Herzohres und des linken Vorhofs. Die Operation wird mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine durchgeführt. Ein Vorhofthrombus ist palpabel. Nach Inzision im Bereich des linken Herzohres läßt sich ein gut kastaniengroßer weicher Vorhofthrombus makroskopisch in toto entfernen. Sechs Tage post op. tritt der Tod durch Herz- und Kreislaufinsuffizienz bei rechtsseitiger Hemiplegie ein. Bei der Sektion findet sich ein frischer, auf der linken Karotidengabel reitender Thrombembolus, der eine vollständige Obturation der Arteria carotis externa sinistra und eine teilweise Verlegung der Arteria carotis interna sinistra verursacht. Beide Herzohren enthalten ältere glatte Thromben. Als Folge einer offensichtlich mehrzeitigen Embolie zeigt die Hirnsubstanz ältere und frischere Erweichungen.

Pat.Nr.13: Es besteht absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern, vor der Operation tritt jedoch keine Embolie auf. Bei der Angiokardiographie befindet sich die Katheterspitze in der Arteria pulmonalis. Die Aufnahmen lassen am linken Rand des erheblich vergrößerten linken Vorhofs eine Stufe mit anschließender Unschärfe der Vorhofkontur erkennen. Das linke Herzohr ist nicht dargestellt, es wird der Verdacht auf Thromben im linken Herzohr geäußert. Obwohl nach Eröffnung des Thorax keine Thromben im Herzohr und Vorhof tastbar sind, tritt eine intraoperative Embolie der rechten Arteria iliaca und Arteria femoralis superficialis auf. Die Embolektomie wird in gleicher Sitzung durchgeführt. Die postoperativ auftretende Arrhythmie gab die Indikation zur Defibrillierung. Das Ergebnis der histopathologischen Herzohruntersuchung nach dieser auswärts vorgenommenen Operation ist nicht bekannt.

Pat.Nr.14: Es besteht absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern, keine Zeichen für Embolie. Das Kontrastmittel wird in die Arteria pulmonalis injiziert. Der deutlich vergrößerte linke Vorhof zeigt keine systolisch-diastolische Volumenschwankungen. Auch der linke Ventrikel erscheint vergrößert. Im Bereich des linken Herzohres läßt sich keine Kontrastmittelansammlung erkennen, es besteht somit der Verdacht auf Herzohrthrombose. Im Operationsbericht wird ein sehr kleines, fibrotisch umgewandeltes Herzohr beschrieben. Ein schwierig-narbiges Septum verhindert nach Eröffnung des Herzohres den Zugang zum Vorhof. Das Septum wird herzwärts präpariert und gedehnt, wodurch der Zugang frei wird. Die Freigabe erfolgt nach dreimaliger Wiederholung. Ein Thrombus wird nicht gefunden und läßt sich auch mikroskopisch nicht nachweisen.

Pat.Nr.15: Keine Hinweise auf Embolie; im EKG Sinusrhythmus des Herzens. Der Katheter konnte bei der Angiokardiographie bis in die Arteria pulmonalis vorgeschoben werden. Der deutlich vergrößerte linke Vorhof zeigt nur geringe systolisch-diastolische Volumenschwankungen. Das linke Herzohr ist von breiten Lungenvenen überlagert; in



Abb. 18a

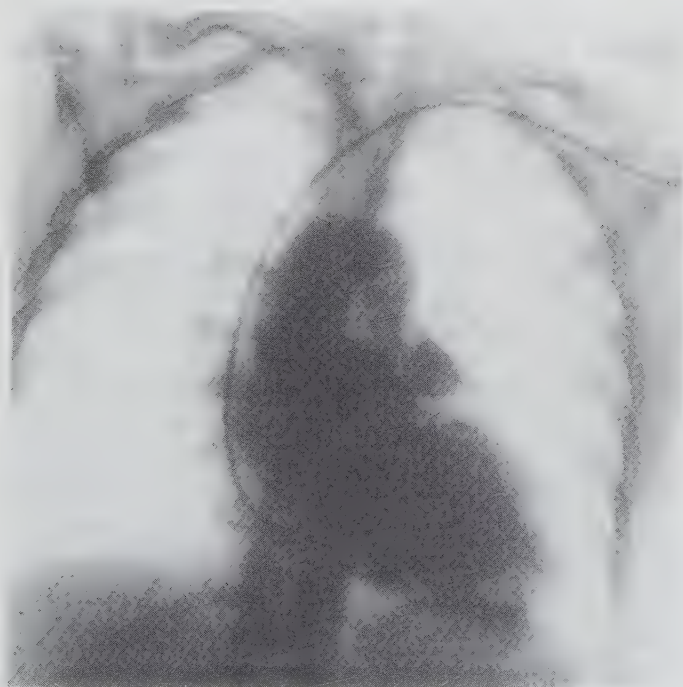


Abb. 18b

seinem Bereich sind zwei Kontrastmittelflecke nachweisbar. Die Zuordnung zum Typ VI erscheint berechtigt, jedoch kann die Form wegen der sehr unvollständigen Füllung nicht beurteilt werden. Das Herzohr zeigt keine gleichmäßige und vollständige Füllung, daher kann eine Thrombusbildung nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Bei der Operation fand sich kein Thrombus im linken Herzohr. Auch im linken Vorhof war bei Austastung kein Thrombus festzustellen. Das bohnen große Herzohr weist eine kräftige Muskulatur auf und bietet Zeichen einer subendokardialen Fibrose und besonders interstitiellen Fibrose. Postoperativ traten keine Komplikationen auf.

Pat.Nr.16; Abb.18a,b: Es besteht Sinusrhythmus; Hinweise auf Embolie fehlen. Nach Injektion des Kontrastmittels in den Stamm der Arteria pulmonalis füllt sich ein deutlich vergrößerter linker Vorhof, der keine systolisch-diastolische Volumenschwankungen zeigt. Der linke Ventrikel erscheint relativ groß. Das linke Herzohr ist regelrecht mit Kontrastmittel gefüllt, angiokardiographisch bestehen keine Zeichen für Herzohrthrombose. Es stellt sich von Pulmonalvenen überlagert dar und ist dem Typ VI, der Form nach dem Typ I zugehörig. Bei der Operation zeigen sich ein außerordentlich kleines, weit nach hinten und oben liegendes linkes Herzohr sowie ein großer linker Vorhof, in beiden werden keine Thromben gefunden. Mikroskopisch besteht eine Endokardfibrose des linken Herzohres. Der postoperative Verlauf ist ohne Besonderheiten.

Pat.Nr.17: Diese Patientin erleidet bei bestehender Arrhythmie durch Vorhofflimmern eine Hirnembolie mit nachfolgender linksseitiger Parese. Die später durchgeführte Angiokardiographie zeigt nach Injektion des Kontrastmittels in die Arteria pulmonalis einen deutlich vergrößerten linken Vorhof. Die Arteria pulmonalis ist erweitert. Obwohl das linke Herzohr von den einmündenden linken oberen Lungenvenen vollständig überlagert ist, kann man seine Konturen gut erkennen. Es erscheint gut mit Kontrastmittel gefüllt. Auch hier ist ohne weiteres die Zuordnung zum

Typ VI mit Formbeziehung zum Typ I möglich. Bei der Operation ist der große Vorhof nicht austastbar, Thromben werden nicht festgestellt. Das Herzohr zeigt eine deutliche Endokardfibrose und bietet Hinweise auf eine Hypertrophie der Muskulatur. Der postoperative Verlauf bietet keine Besonderheiten. Später tritt jedoch wieder eine absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern auf.

b) Angiokardiographische Befunde bei reseziertem Herzohr

Bei drei Patienten wurde die Angiokardiographie zu verschiedenen Zeitpunkten nach operativer Sprengung einer Mitralstenose durchgeführt:

Pat.Nr.18: Vor der Operation besteht eine Mitralstenose zweiten Grades. Sinusrhythmus des Herzens, kein Anhalt für embolische Ereignisse. Sechs Monate post op. tritt absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern auf. Drei Jahre post op. wird zur Diagnose einer Restenosierung dritten Grades eine Angiokardiographie mit Kontrastmittelinjektion in den Stamm der Arteria pulmonalis durchgeführt. Sämtliche einmündenden Lungenvenen sind dargestellt, ebenso ein riesig vergrößerter linker Vorhof mit nur geringen systolisch-diastolischen Volumenschwankungen. Der linke Ventrikel erscheint eher klein. Die linke Kontur des Vorhofs verläuft fast senkrecht und nahezu geradlinig, so daß zwischen ihr und dem schräg verlaufenden linken Herzrand eine dreieckförmige Fläche bestehen bleibt, deren untere Begrenzung die linken unteren Lungenvenen bilden. Eine Kontrastmittelanreicherung innerhalb dieser Fläche oder im Mündungsgebiet der oberen Lungenvenen ist nicht erkennbar. Bei Kammersystole hat sich der linke Vorhofrand um ca. 10 mm nach medial verschoben, so daß die kontrastmittelfreie Fläche vergrößert ist. Die übrigen Vorhofkonturen sind unverändert. Die seitliche Aufnahme läßt einen gleichmäßig mit Kontrastmittel gefüllten Vorhof erkennen,

dessen hintere Wand eine doppelte Konturierung zeigt. Bei der Patientin ist die Rekommissurotomie vorgesehen.

Pat.Nr.19: Nach Resektion des linken Herzohres wird die Mitralkommissurotomie durchgeführt. Fünf Jahre später tritt absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern auf. Es handelt sich um ein kombiniertes Mitralvitium mit überwiegender Stenose nach Mitralklappensprengung. Bei der Angiokardiographie liegt die Katheterspitze in der Arteria pulmonalis. Die einmündenden rechten und oberen linken Lungenvenen stellen sich gut dar. Der vergrößerte linke Vorhof ist gleichmäßig schattengebend, seine Grenzen erscheinen deutlich. Die systolisch-diastolischen Volumenschwankungen sind sehr gering. Der linke Ventrikel erscheint relativ groß. Die linke Kontur des Vorhofes verläuft etwas steiler als die des Herzrandes. Die minimale Entfernung zwischen beiden beträgt 15 mm. In der freien Fläche zwischen Vorhof und linkem Herzrand sowie im Mündungsgebiet der oberen linken Lungenvenen ist keine Kontrastmittelanreicherung festzustellen. Dieser Befund ändert sich auch bei Ventrikelsystole nicht. In der seitlichen Aufnahme erscheint der linke Vorhof gleichmäßig mit Kontrastmittel gefüllt.

Pat.Nr.20: Es handelt sich um eine Restenose nach Kommissurotomie. Das EKG zeigt Sinusrhythmus und P-mitrale. Wegen der Stauung im kleinen Kreislauf wird die Angiokardiographie durchgeführt, wobei sich die Katheterspitze im Stamm der Arteria pulmonalis befindet. Die einmündenden Pulmonalvenen sind dargestellt. Der deutlich vergrößerte linke Vorhof zeigt nur eine mäßige Kontrastmittelanreicherung. Seine linke Kontur ist im mittleren Anteil 25 mm vom linken Herzrand entfernt und verläuft geradlinig senkrecht nach kranial, um im Bereich der linken oberen Lungenvenen den Herzrand zu erreichen. In diesem Bereich ist der linke Vorhof so schwach mit Kontrastmittel gefüllt, daß die einmündenden Pulmonalvenen noch innerhalb der Vorhofkonturen zu erkennen sind. Die Lungenvenen erscheinen sehr zahlreich und füllen auch die Fläche zwischen Vorhof

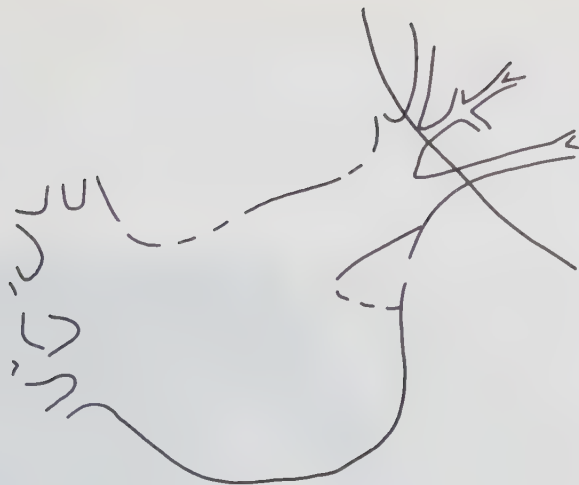


Abb. 19a

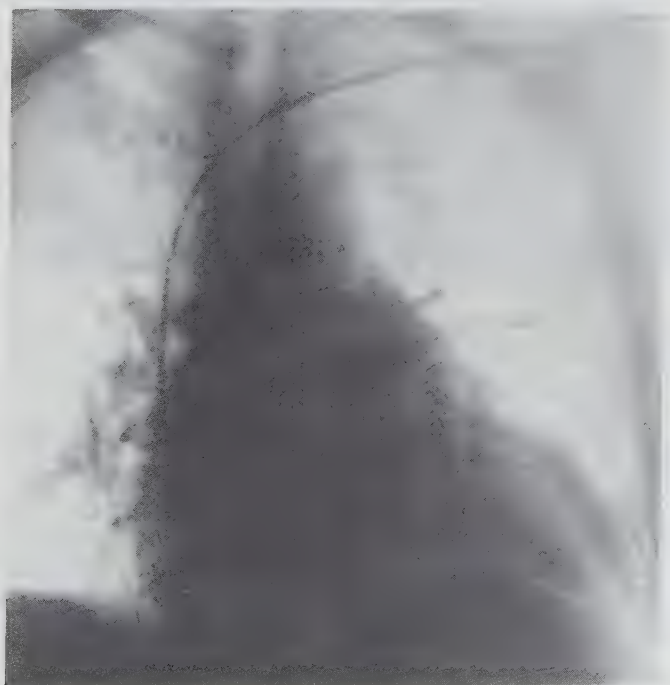


Abb. 19b

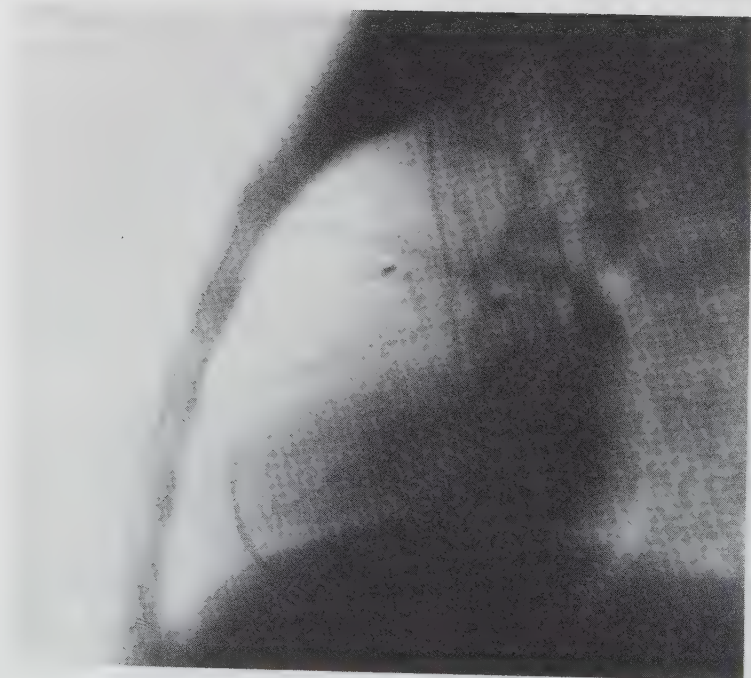


Abb. 19c

und linkem Herzrand teilweise aus. Anhand der Aufnahmen war keine sichere Differenzierung von Ventrikelsystole und -diastole möglich. Im Seitbild zeigt der linke Vorhof eine gleichmäßige Kontrastmittelfüllung und eine Kontrastmittelanreicherung im Mündungsgebiet der breiten Lungenvenen.

c) Angiokardiographische und internistische Befunde bei nicht operierten Patienten

Schließlich sollen noch die Patienten erwähnt werden, die aus verschiedenen Gründen nicht operiert worden sind, bei denen sich aber das linke Herzohr nicht dargestellt hatte und zum Teil der Verdacht auf Thromben im linken Herzohr geäußert wurde (siehe auch Tab.3).

Pat.Nr.21; Abb.19a,b,c: Es besteht ein kombiniertes Mitralvitium bei Vorhofflattern mit 2:1-, zeitweilig auch 3:1-Block. Die Angiokardiographie wird von der Arteria pulmonalis aus durchgeführt. Die rechten und die oberen linken Lungenvenen kommen zur Darstellung. Der linke Vorhof ist mächtig erweitert und zeigt keine systolisch-diastolische Volumenschwankungen. Seine Grenzen sind deutlich; nur im linken Anteil sind die Konturen nicht mit Sicherheit zu bestimmen. Man sieht dort eine dreieckig begrenzte Stelle, die offenbar weniger Kontrastmittel enthält. Zwischen dem Vorhof und dem linken Herzrand ist eine große Fläche abgrenzbar, in der sich, abgesehen von einigen Lungengefäßen, keine Kontrastmittelanreicherungen finden. Im Mündungsgebiet der oberen linken Lungenvenen zeigt der linke Herzrand eine flache Vorwölbung. Eine Kontrastmittelansammlung, die dem linken Herzohr entsprechen könnte, ist auch hier nicht sicher erkennbar. Bei Ventrikeldiastole werden die Konturen des Vorhofs im linken Anteil deutlich. Die in den linken Vorhof einmündenden linken oberen Lungenvenen sind jedoch innerhalb des Herzschattens nicht mehr scharf konturiert, sie

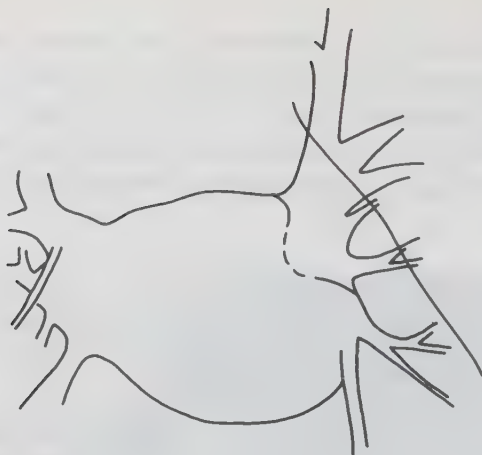


Abb. 20a

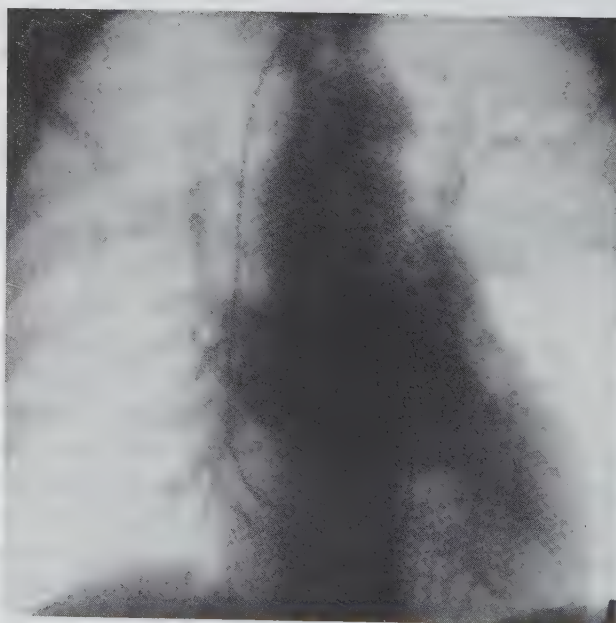


Abb. 20b



Abb. 21a



Abb. 21b

erscheinen verbreitert. Der linke Ventrikel ist deutlich vergrößert. Auf der seitlichen Aufnahme sind die vorderen Vorhofgrenzen verschwommen; auch hier läßt sich eine dem gefüllten linken Herzohr entsprechende Kontrastmittelanreicherung nicht von den Schatten differenzieren, die im Mündungsbereich der Pulmonalvenen erscheinen. Aufgrund dieser Röntgenaufnahmen können Thromben im linken Herzohr nicht ausgeschlossen werden.

Pat.Nr.22; Abb.20a,b: Es handelt sich um eine Mitralstenose ersten bis zweiten Grades. Nach Kontrastmittelinjektion in den Stamm der Arteria pulmonalis stellen sich die Lungenvenen sowie ein vergrößerter linker Vorhof gut dar. Der sonst gut gefüllte Vorhof zeigt im Mündungsbereich der linken oberen Pulmonalvenen eine weniger kontrastmitteldichte Aussparung, die einem thrombosierten linken Herzohr entsprechen dürfte, zumal im Bereich zwischen der gut dargestellten linken Vorhofkontur und dem linken Herzrand sich keine Kontrastmittelanreicherung zeigt. Der linke Herzrand ist nur im Mündungsbereich der linken oberen Lungenvenen flach vorgewölbt. Bei Ventrikeldiastole erscheint der linke Vorhof in seinen ventrikelnahen Anteilen verkleinert, während sich der übrige Befund nicht ändert. Die seitlichen Aufnahmen können wegen Überbelichtung nicht beurteilt werden.

Pat.Nr.23; Abb.21a,b: Es handelt sich um einen Zustand nach arterieller Embolie des linken Beines und nach Hirnembolie bei Mitralstenose zweiten Grades. Zur Zeit der stationären Behandlung besteht absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern, und es kommt abermals zu einer Embolie des rechten Beines. Bei der Angiokardiographie befindet sich die Katheterspitze im Stamm der Arteria pulmonalis. Die Lungenvenen sind gut dargestellt, während der nur leicht vergrößerte linke Vorhof eine Unschärfe der linken Begrenzung erkennen läßt. Er dürfte auf der Aufnahme jedoch mindestens 40 mm vom linken Herzrand entfernt liegen. Im Mündungsgebiet der linken oberen Pulmonalvenen und unterhalb desselben ist je eine runde, im Durchmesser



Abb. 22a

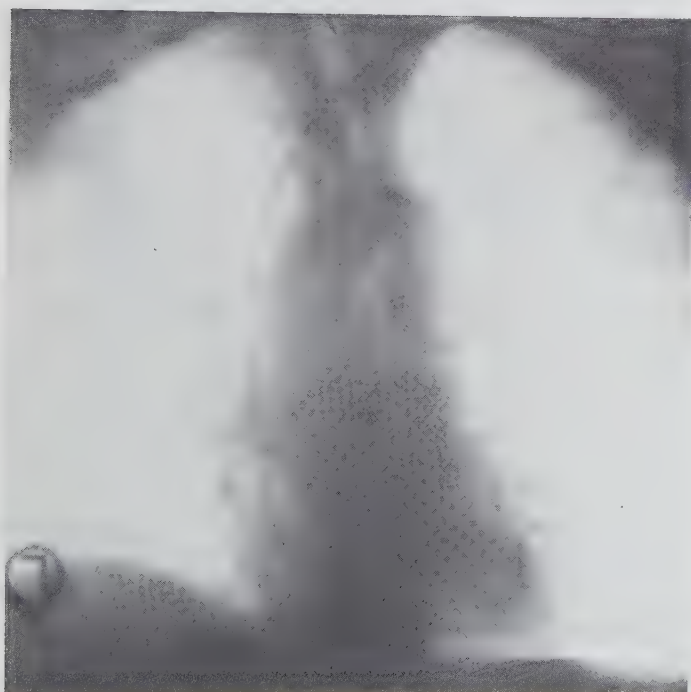


Abb. 22b

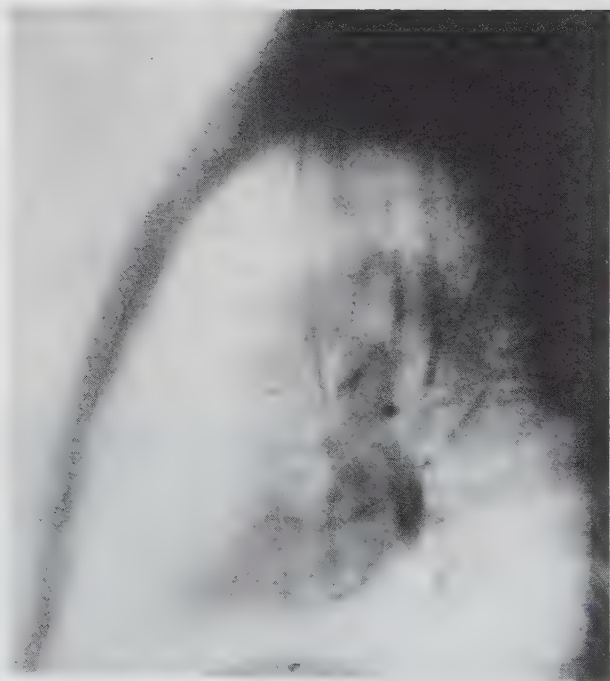


Abb. 22c

ca. 10 mm große Kontrastmittelaussparung zu erkennen, die sich wahrscheinlich noch innerhalb des Vorhofschat- tens befindet. Kontrastmittelanreicherungen zwischen Vorhof und Herzrand lassen sich nicht feststellen. Im Seitbild erscheint der Vorhof gut konturiert und zeigt im Mündungs- bereich der oberen linken Lungenvenen eine gut abgrenz- bare, ovale Kontrastmittelanreicherung, die einem Ast der Arteria pulmonalis entsprechen dürfte. Die Ventrikel- diastole war auf den Röntgenbildern nicht sicher zu differenzieren.

Pat.Nr.24: Neben einer Mitralstenose dritten Grades besteht eine geringe Aorteninsuffizienz bei Sinusrhythmus. Nach Kontrastmittelinjektion in die Arteria pulmonalis kommen die Lungenvenen und ein vergrößerter linker Vorhof zur Darstellung. Seine Grenzen sind klar erkennbar, und er ist gleichmäßig mit Kontrastmittel gefüllt. Im Mündungs- bereich der oberen linken Lungenvenen erscheint der Vorhof jedoch weniger kontrastmitteldicht, die Konturen sind un- scharf. Die ca. 30 mm breite Fläche bis zum linken Herz- rand weist außer den Gefäßen keine Kontrastmittelschatten auf. Nur in Höhe der Arteria pulmonalis zeigt der linke Herzrand eine stärkere Vorwölbung. Bei Ventrikeldiastole erscheint der Vorhof etwas kleiner. Auch auf den seitli- chen Aufnahmen ist, soweit beurteilbar, das linke Herzohr nicht kontrastiert dargestellt.

Pat.Nr.25; Abb.22a,b,c: Neben einer Mitralstenose be- steht absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern. Wegen einer Hirnembolie mit Hemiparese links, einer Beinvenenthrombose und eines Lungeninfarktes wird der Patient mit Antikoagu- lantien behandelt. Bei der Angiokardiographie wird das Kontrastmittel in den rechten Vorhof injiziert. Die Lun- genvenen und ein gering vergrößerter linker Vorhof sind dargestellt. Die linke Begrenzung des Vorhofs ist nicht sicher zu erkennen. Es finden sich eine nahezu senkrecht verlaufende Kontur und eine zweite schwächere, dem linken Herzrand näher liegende und parallel zu ihm verlaufende

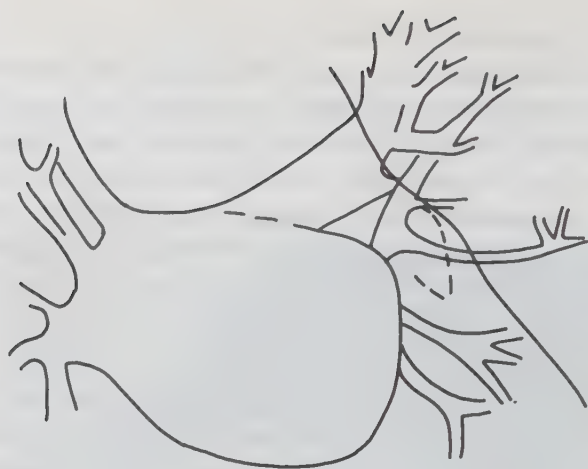


Abb. 23a

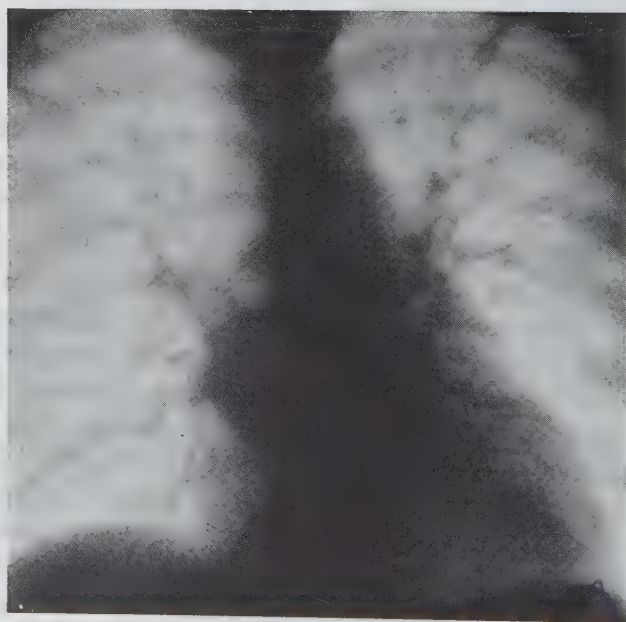


Abb. 23b



Abb. 23c

Kontur. Beide Linien berühren sich im Mündungsgebiet der linken oberen Lungenvenen, können aber nach kaudal nicht weiter verfolgt werden. Bei Ventrikeldiastole sind die Konturen nicht mehr erkennbar. Im Seitbild ist die Vorderwand des Vorhofs unregelmäßig und unscharf dargestellt. Es könnte sich hierbei um einen wandständigen Thrombus im Vorhof handeln. Der Verdacht auf Thromben im Herzohr muß aufgrund der fehlenden Darstellung des linken Herzohres ausgesprochen werden.

Pat.Nr.26; Abb.23a,b,c: Bei dieser Patientin tritt eine Hirnembolie mit Hemiparese links auf. Zwei Monate später wiederholt sich dieses Ereignis. Klinisch besteht eine Mitralstenose, das EKG zeigt absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern. Die Angiokardiographie wird durchgeführt, wobei sich die Katheterspitze im rechten Ventrikel befindet. Die Lungenvenen sind gut kontrastiert dargestellt. Der linke Vorhof ist deutlich vergrößert, die systolisch-diastolischen Volumenschwankungen sind nur gering. In der Gegend des linken Herzohres zeigt der Herzrand eine flache Vorwölbung. Zwischen den Einmündungen der linken oberen und unteren Lungenvenen erscheint die Kontur des linken Vorhofs relativ unscharf. Eine wenig schattengebende Kontrastmittelsammlung könnte vielleicht dem sehr unvollständig gefüllten linken Herzohr entsprechen. Die Kontrastmitteldichte ist jedoch im Vergleich zu der des linken Vorhofs so gering, daß der Verdacht auf Thromben im linken Herzohr und, wegen der unscharfen linken Vorhofkontur, auch im linken Vorhof besteht. Bei Kammerdiastole ist der Befund unverändert. Auf den seitlichen Aufnahmen ist zwischen dem oberen Anteil der Vorhofvorderwand und der Aorta ascendens ein kontrastmittelfreier Bezirk erkennbar. Im übrigen ist der Vorhof gut dargestellt. Kontrastmittelsammlungen erscheinen im Mündungsgebiet der Pulmonalvenen.

Pat.Nr.27 und 28: Zwei Kinder im Alter von sechs und neun Jahren wurden wegen des Verdachts auf ein Vitium cordis zur Angiokardiographie eingewiesen. In beiden Fällen

wurde das Kontrastmittel in den rechten Ventrikel injiziert. Die Aufnahmen zeigen bei dem einen Patienten eine atypisch einmündende linke obere Lungenvene. Das linke Herzohr ist nicht dargestellt. Angiokardiographisch konnte der Befund einer sicheren valvulären Pulmonalstenose erhoben werden. Die Aufnahmen des zweiten Patienten zeigen keine Besonderheiten. Möglicherweise besteht hier eine geringe valvuläre Pulmonalstenose. Der untere Rand des linken Herzohres ist dargestellt, während der obere Bereich von den kontrastmittelgefüllten einmündenden linken oberen Pulmonalvenen überlagert ist. Das Herzohr ist vom Typ VI; eine Beurteilung der Form ist nicht möglich. Der linke Herzrand ist auf den Aufnahmen beider Patienten nicht erkennbar.

Pat.Nr.29: Nach Injektion des Kontrastmittels in den Stamm der Arteria pulmonalis stellen sich der linke und der rechte Vorhof gleichzeitig dar; es handelt sich um einen Vorhofseptumdefekt mit partieller Lungenvenentransposition. Im Mündungsgebiet der linken oberen Pulmonalvenen findet sich eine größere Kontrastmittelansammlung. Es kann sich hierbei sowohl um das kontrastmittelgefüllte linke Herzohr als auch um die stark verbreiterten und sich überlagernden Lungenvenen handeln.

Pat.Nr.30: Der linke Vorhof wird transseptal mit Kontrastmittel gefüllt und stellt sich gut dar. In der Gegend des linken Herzohres findet sich eine unregelmäßige, nicht scharf begrenzte Kontrastmittelansammlung. Da infolge ihrer retrograden Füllung wahrscheinlich nicht alle Pulmonalvenen dargestellt sind, könnte es sich hier um einen breiten Confluens der oberen linken Lungenvenen handeln.

Pat.Nr.31: Der Befund eines Vorhofseptumdefektes und einer valvulären Pulmonalstenose ist durch die Operation bestätigt. Eine sichere Abgrenzung der gleichzeitig mit Kontrastmittel gefüllten Vorhöfe ist nicht möglich. Die Pulmonalarterien sind dargestellt, während die Pulmonalvenen nicht erkennbar sind. Am linken Vorhofrand ist an-

deutungsweise eine nicht sicher abgrenzbare, kaum
kontrastgebende Vorwölbung zum linken Herzrand zu sehen.
Es läßt sich nicht mit Bestimmtheit sagen, ob es sich
hierbei um das linke Herzohr handelt. Auf der seitlichen
Aufnahme sind die Grenzen des linken Vorhofs wegen der
geringen Kontrastmitteldichte nur schwach dargestellt.

V. Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Aufnahmen des isolierten, kontrastmittelgefüllten Herzens decken sich im Wesentlichen mit denen von KOCH und WIECK. Die größte Ausdehnung zeigt das linke Herzohr bei einer Drehung des Herzens um 60° nach links. Bekanntlich erfährt das Herz bei Mitralstenose infolge des hypertrophierten bzw. dilatierten rechten Ventrikels eine Linksdrehung (GROSSE-BROCKHOFF, EFFERT). Das würde die von DOTTER und STEINBERG gemachte Erfahrung erklären, daß das linke Herzohr bei Mitralstenose im allgemeinen häufiger zu sehen ist als beim normalen Herzen. Ob die Linksdrehung auch für die relativ häufig beobachtete Darstellung des linken Herzohres im Mündungsgebiet der linken oberen Pulmonalvenen verantwortlich gemacht werden kann oder ob hierbei auch die Stauung im kleinen Kreislauf eine Rolle spielt, kann anhand dieser Untersuchungen nicht entschieden werden. Es dürfte jedoch feststehen, daß die Beurteilung des linken Herzohres im Seitbild wegen der Überlagerung durch einmündende, kontrastmittelgefüllte und im Falle der Mitralvitien meist erweiterte Lungenvenen sehr erschwert ist. Die Aufnahmen des isolierten Herzens lassen das Herzohr bei Drehung um 90° nach links jedenfalls deutlich als Anhängsel des linken Vorhofs erkennen.

Die im Falle eines riesig vergrößerten linken Vorhofs im Seitbild beobachtete doppelte Kontur der Vorhofhinterwand läßt vermuten, daß es sich um eine durch Druck auf den Oesophagus erzeugte Rinne handelt. Beiderseits des Sulcus wölbt sich die Vorhofwand divertikelartig vor (SPREER).

Da das Kontrastmittel fast stets in den Stamm der Arteria pulmonalis injiziert wurde, hat sich der Conus pulmonalis nur selten dargestellt. In diesen wenigen Fällen war er jedoch niemals randbildend.

Das linke Herzohr erscheint bei Ventrikeldiastole häufig kleiner als bei Systole, in einigen Fällen ändert

es auch seine Form und wäre dann einem anderen Typ zuzurechnen. Oft ist es auch bei Diastole nicht mehr dargestellt, was sehr wahrscheinlich auf seine starken Kontraktionen zurückzuführen ist. Nach GIACOBINI und SIMONETTI ist die Kontraktionsfähigkeit des linken Herzohres bedeutend größer als die des übrigen Vorhofes. Dabei entstehen außerordentlich hohe intraaurikuläre Drucke (MILLER et al.). Ein breiter Zusammenfluß der linken oberen Lungenvenen läßt eine sichere Erkennung des dort hineinprojizierten linken Herzohres nicht zu. Bei Pulmonalstenose ist wegen des verringerten Kontrastmittelzuflusses in den linken Vorhof damit zu rechnen, daß das linke Herzohr nicht dargestellt ist. Bei transeptaler Füllung gelangt das Kontrastmittel nicht in die Lungenvenen. Das Herzohr ist schwer von den noch dargestellten Veneneinmündungen zu unterscheiden.

Ein nicht dargestelltes linkes Herzohr läßt einen Thrombus vermuten, wenn auch klinisch ein Anhalt für Thrombosierung besteht. Solche Voraussetzungen sind: Mitralvitium, Vorhofflimmern, Embolie. Bei interstitieller und subendokardialer Fibrose des Herzohres kann dieses nicht dargestellt sein, obwohl es keinen Thrombus enthält. Die nach BRUNNSCHWEILER bei Endokardfibrose sehr stark herabgesetzte Elastizität des Introitus auriculae sinistrae könnte als Ursache einer mangelhaften oder fehlenden Kontrastmittelfüllung des Herzohres in Betracht gezogen werden. In einem Fall bestand zwischen dem fibrotisch umgewandelten linken Herzohr und dem linken Vorhof ein Septum, das die Kontrastmittelfüllung des Herzohres unmöglich machte.

Wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, konnte der sechsmal praeoperativ geäußerte Verdacht auf Herzohrthrombose in zwei Fällen bei der Operation bestätigt werden. Dieses Ergebnis läßt nur scheinbar den Wert der angiokardiographischen Erkennung von Herzohrthromben in Zweifel ziehen.

In zwei Fällen war das Herzohr außerordentlich klein, wies interstitielle Entzündung oder Fibrose auf, das Lumen war durch Vernarbung eingeengt. In einem Fall war die intraoperativ auftretende Embolie eine indirekte Bestätigung des angiokardiographischen Verdachts auf Herzohrthrombose, und einmal verhinderte ein bindegewebiges Septum die Kontrastmittelfüllung des linken Herzohres. Der angiokardiographische Verdacht auf Herzohrthrombose bei sechs operierten Patienten war demnach in jedem Fall begründet, wenn er auch nur zweimal direkt und einmal indirekt bestätigt werden konnte. Bei diesen drei Patienten trat auch eine Embolie auf, während von insgesamt zehn operierten Patienten nur einmal bei praeoperativer Embolie die Angiokardiographie keine Hinweise auf einen Thrombus im linken Herzohr ergab. Bei den nicht operierten Patienten kann die in der Hälfte der Fälle aufgetretene Embolie des großen Kreislaufs als indirekte Bestätigung des aufgrund der Angiokardiographie geäußerten Verdachts angesehen werden.

Zeichen für einen Thrombus im linken Herzohr sind:

1. Das linke Herzohr ist nicht dargestellt. Der linke Vorhofrand kann glatt konturiert sein. Ist er unregelmäßig dargestellt, ist der linke Vorhofbereich nur schwach mit Kontrastmittel gefüllt bei gleichzeitiger doppelter Konturierung des linken Vorhofrandes oder zeigen sich im linken Vorhofbereich Kontrastmittelaussparungen, so läßt dies darauf schließen, daß sich Thromben auch im linken Vorhof befinden. Für eine Nichtfüllung des linken Herzohres spricht eine freie Fläche zwischen linkem Vorhofrand und linkem Herzrand, insbesondere wenn dieser in der Herzohrgegend eine Vorwölbung aufweist.
2. Das Herzohr ist nur unregelmäßig gefüllt dargestellt.
3. Kontrastmittelaussparungen im Mündungsgebiet der linken oberen Lungenvenen bei fehlender Herzohrdarstellung unterhalb dieser Gefäße lassen vermuten, daß sich in diesem Bereich ein thrombosiertes Herzohr befindet.

Bei angiokardiographischen Aufnahmen nach Herzohrresektion findet man eine steile, glatte Kontur des linken Vor-

hofrandes und eine kontrastmittelfreie Fläche zwischen dieser Kontur und dem schräg, aber geradlinig verlaufenden Herzrand.

Die nach röntgenologischen Gesichtspunkten vorgenommene Klassifizierung der sechs Herzohrtypen läßt nur mit Einschränkungen Rückschlüsse auf die anatomische Form des Herzohres zu. Am häufigsten wurde das Herzohr vom Typ VI gefunden. Ein Mitralvitium bestand dabei jedoch nicht so häufig wie beim Herzohr vom Typ I oder II. Eine Zuordnung zum Typ III und V war nur je einmal möglich. Das Herzohr vom Typ IV trat zweimal auf. Hier bestand, im Gegensatz zu den anderen Herzohrtypen, keine Beziehung zu Mitralvitien.

In zwölf Fällen wurde der Verdacht auf das Vorliegen einer Herzohrthrombose aufgrund des angiokardiographischen Befundes ausgesprochen, in zwei Fällen konnte er durch den Operationsbefund bestätigt werden, während bei vier Patienten das Auftreten einer Embolie des großen Kreislaufs (prae- oder intraoperativ) als indirekte Bestätigung anzusehen ist. Die pathologisch-histologischen Untersuchungsergebnisse von sechs operierten Patienten legen die Vermutung nahe, daß eine Endokardfibrose des linken Herzohres angiokardiographisch den Befund einer Herzohrthrombose vortäuschen kann. Die vollständige Abtrennung des linken Herzohres vom linken Vorhof durch ein bindegewebiges Septum dürfte ein Sonderfall sein.

Liste der untersuchten 51 Fälle mit Angabe der Patienten-Nr., des Alters und des Geschlechts:

1. 36 w	18. 36 w	35. 24 m
2. 40 w	19. 49 w	36. 4 m
3. 42 m	20. 34 m	37. 25 m
4. 34 w	21. 41 m	38. 14 m
5. 25 w	22. 41 m	39. 32 m
6. 38 m	23. 46 w	40. 29 w
7. 19 w	24. 44 w	41. 26 w
8. 60 w	25. 36 m	42. 22 m
9. 42 w	26. 39 w	43. 25 w
10. 45 w	27. 9 m	44. 28 w
11. 37 m	28. 6 w	45. 38 w
12. 41 w	29. 35 w	46. 53 w
13. 37 m	30. 39 w	47. 37 m
14. 34 w	31. 27 w	48. 29 m
15. 36 m	32. 37 w	49. 27 w
16. 32 w	33. 28 w	50. 36 w
17. 42 w	34. 62 m	51. 50 w

(m = männlich, w = weiblich)

Literaturverzeichnis

1. ARENDT, J.: Herzohrthrombose im Röntgenbild
Röntgenpraxis 2 : 828-831, 1930
2. ARENDT, J., CARDON, L.: The diagnosis of intra-auricular thrombosis in the living
Radiology 53 : 371-378, 1949 (USA)
3. ASSMANN, H.: Die klinische Röntgendiagnostik der inneren Erkrankungen
F.C.W. Vogel, Leipzig 1934
4. BARONOFFSKY, I.D., SKINNER, A.: Ligation of left auricular appendage for recurrent embolization
Surgery 27 : 848-852, 1950 (USA)
5. BARTON, A.: Die röntgenologische Erkennung von Verkalkungen des Vorhofs (Mitteilung der Röntgenabteilung des Krankenhauses des Komitats Somogy)
Fortschr. Rö. 106 : 241-246, 1967
6. BERK, L.H.: Roentgen diagnosis of mural thrombi
Archives of Internal Medicine 63 : 1183-1189, 1939 (USA)
7. BESSER, F., SCHILLING, C.: Zur Klinik und Röntgenologie der Herzthromben
Deutsches Archiv für klinische Medizin 175 : 50-59, 1939
8. BLOOMBERG, A.E., BLUMBERG, P., HAIMUOICI, H.:
Auricular thrombosis, mitral commissurotomy and aortic embolectomy
Journal of American Medical Association 150 : 1216-1219 1952
9. BREITNER, B.: Chirurgische Operationslehre
S. 126-128, 270-289 Urban & Schwarzenberg, Wien-Innsbruck 1957
10. BRUNNSCHWEILER, H.: Ein pathologisch-anatomischer Beitrag zur Chirurgie der Mitralstenose (in: Thoraxchirurgie, Bd. IV) S. 266-271
G. Thieme, Stuttgart 1956/57

11. DALEY, R., MATTINGLY, T.W., HOLT, C.L., BLAND, E.F.,
WHITE, P.D.: Systemic arterial embolism in rheumatic
heart disease
American Heart Journal 42 : 566-581, 1951 (USA)
12. DOTTER, CH.T., STEINBERG, I.: Angiocardiography S.87-133
P.B. Hoeber, Inc., New Yorck (USA) 1951
13. DRESSLER, W.: Clinical cardiology with special re-
ference to bedside diagnosis
P.B. Hoeber, Inc., New Yorck (USA) 1951
14. FRIEDBERG, CH.K.: Erkrankungen des Herzens S.774-797
G. Thieme, Stuttgart 1959
15. FÜSSL, E.: Beitrag zur Röntgendiagnose der nicht-
verkalkten Herzthromben
Röntgenpraxis 8 : 377-380, 1936
16. GARVIN, C.F.: Mural thrombi in the heart
American Heart Journal 21 : 713-720, 1941 (USA)
17. GIACOBINI, E., SIMONETTI, C.: An x-ray-cine-angio-
cardiographic and kymographic study of the auricular
appendages
Camera radiologica 1956, s.3-32 (Amsterdam, Niederlande)
18. GRISHMANN, A., SUSSMAN, M.L., STEINBERG, M.F.:
Angiocardiographic analysis of the cardiac configuration
in rheumatic mitral disease
American Journal of Roentgenology 51 : 33-43, 1944 (USA)
19. GROEDEL, F.M.: Lehrbuch und Atlas der Röntgendiagnostik
in der inneren Medizin undihren Grenzgebieten
J.F. Lehmann, München 1936
20. GROSSE-BROCKHOFF, F., EFFERT, S.: Herz- und Gefäß-
krankheiten (in: DENNIG, H.: Lehrbuch der Inneren
Medizin, Band I, S. 611, 689) G. Thieme, Stuttgart 1966
21. HEEREN, J.: Zur Röntgendiagnose verkalkter Herzohr-
thromben
Fortschr. Rö. 50 : 490-491, 1934

22. HEIM DE BALSAC, R., ROUTIER, D.: A roentgenologic anatomic study of the left auricle following post-mortem opacification
American Journal of Roentgenology 40 : 838-847, 1938 (USA)
23. HOLZMANN, M.: Erkrankungen des Herzens und der Gefäße (in: Lehrbuch der Roentgendiagnostik von H.R. SCHINZ, W. BAENSCH, E. FRIEDL) G. Thieme, Leipzig 1939
24. HUSTON, J.H.: Left atrial angiocardiology in the left atrial thrombosis
Circulation 24 : 963, 1961 (USA)
25. JACOBSON, G., WEIDNER, W.: Dilatation of left auricular appendage by Valsalva maneuver: aid in diagnosis of mitral valve disease
Radiology 79 : 274-284, 1962 (USA)
26. JORDAN, R.A., SCHEIFLEY, CH.H., EDWARDS, J.E.: Mural thrombosis and arterial embolism in mitral stenosis (a clinicopathologic study of fifty-one cases)
Circulation 3 : 363-367, 1951 (USA)
27. KOCH, W., WIECK, W.: Anatomische Analyse des Röntgenbildschattens des Herzens und der Interlobärspalten der Lungen
G. Fischer, Jena 1930
28. LAUBRY, C., COTTENOT, P., ROUTIER, D., HEIM DE BALSAC, R.: Radiologie clinique du coeur et des gros vaisseaux
Masson & Cie., Paris 1939
29. LEONARD, F.C., COGAN, M.A.: Failure of the left auricular appendage in the prevention of recurrent embolism
The New England Journal of Medicine 246 : 19 : 733-735, 1952 (USA)
30. LYONS, H.A., STROBER, M., McFETRIDGE, J.S., CARO, C.G.: Angiocardigraphic study of atrial thrombi with surgical-pathological correlation
Journal of the American Medical Association 170 : 1288-1293, 1959

31. MADDEN, J.L.: Resection of the left auricular appendage
Journal of the American Medical Association 140 :
769-772, 1949 (USA)
32. MILLER, D.E., TUCKER, D.H., JAKOBY JR., W.J.:
The giant "A" wave of the left atrial appendage
Circulation 28 : 1110-1115, 1963 (USA)
33. PARKER, B.M., FRIEDENBERG, M.J., TEMPLETON, A.W.,
BURFORD, T.H.: Preoperative angiocardiographic
diagnosis of left atrial thrombosis in mitral stenosis
The New England Journal of Medicine 273 : 3 : 136-140
1965 (USA)
34. PROFFITT, J.N., YARBOROUGH, J.A., AUERBACH, R.S.,
McCLEERY, R.S.: Left auricular appendage thrombosis
with aortic and multiple arterial emboli
Annals of Surgery 133 : 109-115, 1951 (USA)
35. READ, J.L., BOSHER, L.H., FERRARU, F., RICHMAN, S.,
PORTER, R.R.: Angiocardiographic demonstration of
occlusive auricular thrombosis in dogs
Circulation 12 : 247-249, 1955 (USA)
36. ROBB, G.P., STEINBERG, I.: Visualization of the
chambers of the heart, the pulmonary circulation
and the great blood vessels in heart disease
American Journal of Roentgenology 42 : 14-37, 1939 (USA)
37. ROBB, G.P., STEINBERG, I.: Visualization of the
chambers of the heart, the pulmonary circulation
and the great blood vessels in man
American Journal of Roentgenology 41 : 1-17, 1939 (USA)
38. ROESLER, H.: Clinical roentgenology of the cardio-
vascular system
Charles C. Thomas, Springfield, Illinois 1937 (USA)
39. SCHLESINGER, M.J.: An injection plus dissection study
of coronary artery occlusions and anastomoses
American Heart Journal 15 : 528-568, 1938 (USA)

40. SCHOENMACKERS, J.: Technik der postmortalen Angiographie mit Berücksichtigung verwandter Methoden postmortaler Gefäßdarstellung
Ergebnisse der allgemeinen Pathologie und pathologischen Anatomie 39 : 53-151, 1960
41. SCHOLZ, TH.: Röntgenologische Darstellung von Herzthromben
Fortschr. Rö. 32 : 416-421, 1924
42. SMID, J.: Ungewöhnliche Röntgensymptomatologie eines Herzthrombus (Selbständige schnellende Wirbelbewegung des Thrombus)
Fortschr. Rö. 90 : 38, 1959
43. SÖDERSTRÖM, N.: Myocardial infarction and mural thrombosis in the atria of the heart
Acta medica scandinavica; Suppl. 213 : 1-114, 1948 (Stockholm, Schweden)
44. SOLOFF, L.A., ZATUCHNI, J.: The angiocardigraphic diagnosis of left atrial thrombosis
Circulation 14 : 25-32, 1956, (USA)
45. SWANSON, G.E., STEINBERG, I.: Roentgen features of the atrial appendages
American Journal of Radiology 91 : 2 : 311-320, 1964 (USA)
46. TAYLOR, H.K., MCGOVERN, T.: Angiocardigraphy. Anatomie of the heart in health and disease
Radiology 43 : 364-372, 1944 (USA)
47. TESCHENDORF, W.: Lehrbuch der röntgenologischen Differentialdiagnose der Erkrankungen der Brustorgane
G. Thieme, Leipzig 1939
48. UHLENBRUCK, P.: Die Herzkrankheiten im Röntgenbild und Elektrokardiogramm
J.A. Barth, Leipzig 1936
49. WALLACH, J.B., LUKASH, L., ANGRIST, A.A.: An interpretation of the incidence of mural thrombi in the left auricle and appendage with particular reference to mitral commissurotomy
American Heart Journal 45 : 252-254, 1953 (USA)

50. WEISS, S., DAVIS, D.: Rheumatic heart disease
American Heart Journal 9 : 45-52, 1933 (USA)
51. ZDANSKY, E.: Röntgendiagnostik des Herzens und der
großen Gefäße S. 135
Springer, Wien 1962

Die Namen einiger Autoren sind im Literaturverzeichnis nicht angegeben. In solchen Fällen sind Quellennachweise in den Schriften derjenigen Autoren zu finden, deren Namen am Ende des entsprechenden Satzes oder Abschnittes im Text in Klammern angegeben und im Literaturverzeichnis aufgeführt sind.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr.med. Zeitler für die Überlassung des Themas und die hilfreiche Unterstützung bei der Klärung aller sich ergebenden Fragen, sowie Herrn Prof.Dr.med. Diethelm, Direktor des Institutes für klinische Strahlenkunde der Universitätsklinik Mainz. Desgleichen danke ich den Direktoren der I. und II. Medizinischen Universitätsklinik, Herrn Prof.Dr.med. Duesberg und Herrn Prof.Dr.med. Schölmerich und dem Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik, Herrn Prof.Dr.med. Kümmerle für die Einsichtnahme in die Befunde und Operationsberichte. Die photographischen Aufnahmen der Zeichnungen, Röntgenbilder und Tabellen verdanke ich der freundlichen Hilfe von Herrn Goetzsch und Mitarbeitern.

Curriculum vitae

Am 27. Juni 1943 wurde ich, Frank Thomas Boye, als Sohn des Facharztes für Röntgenologie und Strahlenheilkunde Dr.med. Hans-Jochen Boye und seiner Ehefrau Rita Boye, geb. Detmers, in Berlin geboren. Von 1949 bis 1957 besuchte ich die Grundschule (Dr. Kurt-Fischer-Schule und Weidenplanschule) in Halle(Saale). Die Ausbildung im humanistischen Zweig der polytechnischen Oberschule (erweiterte August-Hermann-Francke-Oberschule) von 1957 bis 1961 in Halle(Saale) beschloß ich mit dem Abitur. Nach der im September 1961 erfolgten Übersiedlung in die Bundesrepublik Deutschland besuchte ich vom Oktober 1961 bis Oktober 1962 die Karl-Rehbein-Schule in Hanau(Main), nahm dort an einem Sonderkurs teil und erwarb mit dem Abschluß des Kurses die Erlaubnis zum Studium an den Hochschulen der BRD. Seit dem Wintersemester 1962/63 war ich ordentlicher Hörer der Medizinischen Fakultät der Johannes-Gutenberg Universität Mainz, legte im Sommer 1963 die Naturwissenschaftliche Vorprüfung und im Sommer 1965 die Ärztliche Vorprüfung ab. Im Wintersemester 1966/67 studierte ich an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck. Das Studium habe ich am 20. Dezember 1968 mit der Ärztlichen Prüfung (Staatsexamen) in Mainz abgeschlossen.

Rüsselsheim, im März 1969

